

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

LUÃ LAZZARIN CARNEIRO DE ARAUJO

**UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE RFID PARA IDENTIFICAÇÃO DE ITENS
DE VESTUÁRIO E ASSOCIAÇÃO A UM PADRÃO DE ÁUDIO DE ACORDO
COM MAPA DE SONS DE ESTILOS PRÉ-CLASSIFICADOS COMO APOIO A
EXPERIÊNCIA DISRUPTIVA DO USUÁRIO**

CRICIÚMA

2018

LUÃ LAZZARIN CARNEIRO DE ARAUJO

**UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE RFID PARA IDENTIFICAÇÃO DE ITENS
DE VESTUÁRIO E ASSOCIAÇÃO A UM PADRÃO DE ÁUDIO DE ACORDO
COM MAPA DE SONS DE ESTILOS PRÉ-CLASSIFICADOS COMO APOIO A
EXPERIÊNCIA DISRUPTIVA DO USUÁRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado
para obtenção do grau de Bacharel no curso
de Ciência da Computação da Universidade do
Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Me. Gustavo Bisognin

CRICIÚMA

2018

LUÃ LAZZARIN CARNEIRO DE ARAUJO

**UTILIZAÇÃO DA TECNOLOGIA DE RFID PARA IDENTIFICAÇÃO DE ITENS
DE VESTUÁRIO E ASSOCIAÇÃO A UM PADRÃO DE ÁUDIO DE ACORDO
COM MAPA DE SONS DE ESTILOS PRÉ-CLASSIFICADOS COMO APOIO A
EXPERIÊNCIA DISRUPTIVA DO USUÁRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado
pela Banca Examinadora para obtenção do
Grau de Bacharel, no Curso de Ciência da
Computação da Universidade do Extremo Sul
Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa
em Engenharia de Software.

Criciúma, 28 de novembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA


Prof. Gustavo Bisognin - Mestre - (UNESC) - Orientador


Prof. Fabrício Giordani - Especialista - (UNESC)


Prof. Sérgio Coral - Especialista - (UNESC)

Dedico este trabalho à minha família, especialmente aos meus pais Irecê e Luciana, que sempre me apoiaram e incentivaram nos estudos. Ao meu irmão Israel, com profunda admiração aos seus trabalhos. À minha avó Hermínia (*in memorian*), que de algum lugar continua a olhar por mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder saúde, sabedoria e força para concluir mais esta etapa da vida. Agradeço aos meus pais pelo grande exemplo de vida, por sempre enfatizarem a importância dos estudos, por todo o apoio, amor, conforto, cafés, gestos e palavras de carinho nos momentos árdusos desta caminhada. Ao meu irmão, pelos conselhos e principalmente pelos exemplos. Ao meu orientador, Prof. Mestre Gustavo, que nunca negou uma ajuda e sempre esteve disposto a repassar o seu conhecimento. Agradeço também aos colegas e amigos por todo o aprendizado compartilhado.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

A tecnologia de RFID está cada vez mais inserida em projetos de soluções nas mais diversas áreas. O setor têxtil vive uma época de forte recuperação após um período conturbado. Os consumidores estão com o nível de exigência bastante elevado. É fato que o investimento em TI, quando feito de forma planejada e bem definida, traz bons resultados. Este trabalho constitui a elaboração de um protótipo que, levando em consideração estes fatores, busca gerar uma experiência disruptiva aos usuários do setor varejista têxtil tomando como base a utilização da tecnologia RFID a fim de tornar possível a associação de itens de vestuário à um padrão de áudio provida pelo mapa de sons de estilos pré-classificados, desta forma permitindo uma experiência personalizada de ambientação sem que o usuário perceba a tecnologia, e principalmente, sem que o usuário seja interrompido pela tecnologia. Foram realizados testes funcionais durante a implementação a fim de assegurar a consistência dos dados. Este trabalho também visa a compreensão dos conceitos de RFID como base para o desenvolvimento da solução. A integração com sistemas terceiros é possível através do uso da aplicação web que desempenha o papel de API. O método de pesquisa utilizado é o bibliográfico, tomando como base livros, artigos, monografias e *websites* dedicados aos assuntos aqui abordados. Durante e após o desenvolvimento foram coletados dados do resultado para análise.

Palavras-chave: RFID. Têxtil. Áudio. Experiência do usuário. Varejo.

ABSTRACT

RFID technology is increasingly embedded in solutions projects in many different areas. The textile sector is experiencing a period of strong recovery after a troubled period. Consumers are quite demanding. It is a fact that investment in IT, when done in a planned and well defined way, brings good results. This work constitutes the elaboration of a prototype that, taking into account these factors, seeks to generate a disruptive experience to the users of the textile retail sector based on the use of RFID technology in order to make possible the association of clothing items to a standard of audio provided by the sound map of pre-sorted styles, thus allowing a personalized experience of setting without the user perceiving the technology, and especially without the user being interrupted by the technology. Functional tests were performed during implementation to ensure data consistency. This work also aims at understanding the concepts of RFID as the basis for the development of the solution. Integration with third party systems is possible through the use of the web application that plays the role of API. The research method used is the bibliographic, based on books, articles, monographs and websites dedicated to the subjects discussed here. During and after development, data were collected from the results for analysis.

Keywords: RFID. Textile. Audio. User experience. Retail.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Produtos idênticos, mesmo código de barras.....	18
Figura 2 – Produtos idênticos, códigos de RFID diferentes.....	18
Figura 3 – Sir Robert Alexander Watson-Watt e seu equipamento de radar	20
Figura 4 – Codificação EAN-8	24
Figura 5 – Principais tipos de comunicação em sistemas de RFID.....	26
Figura 6 – Estrutura da etiqueta RFID	27
Figura 7 – Modelos de tag passivo	29
Figura 8 – Acoplamento entre etiqueta e leitor	32
Figura 9 – Fluxo de dados entre antenas	33
Figura 10 – Arquitetura básica de um middleware RFID	34
Figura 11 – Exemplo de uma tag UHF passiva	37
Figura 12 – Fragmento de código em <i>TypeScript</i>	40
Figura 13 – Fragmento de código em PHP	41
Figura 14 – Registros da tabela sons	42
Figura 15 – Fragmento de código em HTML	43
Figura 16 – Representação do HTML em página web	43
Figura 17 – Fragmento de código em JavaScript.....	44
Figura 18 – Configuração para desenvolvimento	45
Figura 19 – Macroprocessos e ações do protótipo.....	50
Figura 20 – Aplicações mobile e web junto ao leitor RFID conectado	51
Figura 21 – Representação da aplicação mobile	52
Figura 22 – Representação da aplicação web.....	53
Figura 23 – Rotina de leitura	54
Figura 24 – Rotina do <i>player</i>	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estrutura do código de barras EAN-13.....	23
Tabela 2 – Limites Gerais de Emissão	36
Tabela 3 – Comparação dos padrões RFID	38
Tabela 4 – Características do RFID e Código de barras	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

API	<i>Application Programming Interface</i>
CORS	<i>Cross-origin resource sharing</i>
EAN	<i>European Article Number</i>
EAS	<i>Eletronic Article Surveillance</i>
EPC	<i>Electronic Product Code</i>
EUA	Estados Unidos da América
HF	<i>High Frequency</i>
HTML	<i>Hypertext Markup Language</i>
ID	<i>Identity</i>
IDE	<i>Integrated Development Environment</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
IFF	<i>Identification Friend-or-Foe</i>
ISM	<i>Industrial Scientific Medical</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LF	<i>Low Frequency</i>
MAC	<i>Media Access Control</i>
NRL	<i>Naval Research Laboratory</i>
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i>
UHF	<i>Ultra High Frequency</i>
UPC	<i>Universal Product Code</i>
VHF	<i>Very High Frequency</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 RFID.....	17
2.1 HISTÓRICO.....	19
2.2 CÓDIGO DE BARRAS.....	22
2.3 COMO FUNCIONA A RFID	24
2.4 COMPONENTES RFID.....	27
2.4.1 Etiquetas	27
2.4.2 Leitores.....	31
2.4.3 Antenas	33
2.4.4 Middleware.....	33
2.4.5 Desempenho.....	34
3 TECNOLOGIAS, LINGUAGENS E RECURSOS	39
3.1 IONIC.....	39
3.2 PHP	40
3.3 MYSQL	41
3.4 HTML	42
3.5 JAVASCRIPT	44
3.6 WAMP.....	45
3.7 MÚSICAS E SONS	46
4 TRABALHOS CORRELATOS.....	47
5 PROTÓTIPO.....	50
5.1 EXTRAÇÃO DOS REQUISITOS	51
5.2 IMPLEMENTAÇÃO E CODIFICAÇÃO	52
5.2.1 Aplicação mobile.....	56
5.2.2 Aplicação web	56
5.2.3 Banco de dados e o mapa de sons	58
5.3 USABILIDADE.....	59
5.4 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	60
6 ANÁLISE DE RESULTADOS.....	62
6.1 TESTES FUNCIONAIS	62
6.2 LIMITAÇÕES.....	64
7 CONCLUSÃO.....	65

8 TRABALHOS FUTUROS	66
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE.....	73

1 INTRODUÇÃO

Após um período conturbado na economia brasileira, o mercado da moda se mostra em forte recuperação. De acordo com Albuquerque (2017), segundo informações da Associação Brasileira da Indústria Têxtil (Abit), o setor de varejo de vestuário encerra o ano de 2017 com 6,71 bilhões de peças comercializadas, 6,5% a mais do que no ano anterior. Entretanto, mesmo com o balanço positivo, é possível impulsionar ainda mais este crescimento através do investimento em TI.

De acordo com Meirelles (2017), a Pesquisa Anual do Uso de TI realizada pela Fundação Getúlio Vargas (FGV-Eaesp), revela que as indústrias com ações na bolsa que mais investiram em TI na última década obtiveram um aumento de lucro de 7% para cada 1% a mais de investimento em TI, em apenas dois anos de aplicação. Além do aumento no lucro, também foi observado um maior crescimento da receita operacional e resultados mais eficazes das operações.

É destacado por Meyer et al. (2014) que o varejo é o último elo da cadeia de suprimentos, especialmente do setor têxtil. Está diretamente ligado aos consumidores que por sua vez estão cada vez mais exigentes. Investir em produtos diferenciados já não é o bastante. Atrair e fidelizar passa a ser responsabilidade de serviços diferenciados que proporcionem experiências compras memoráveis.

É dentro do contexto em que o patamar de exigências está elevado e com forte concorrência, que empresas precisam se tornar mais competitivas para se manter no mercado. Para isto, estas empresas que querem, ou que precisam fazer diferente, estão cada vez mais investindo em tecnologia. Meyer et al. (2014) destaca que no contexto do setor de varejo têxtil a nível mundial, o Brasil é considerado um dos países com maior consumo e ainda revela que diversos varejistas da área de vestuário estão investindo em tecnologias da informação, como por exemplo, no uso da tecnologia de Radio Frequency Identification (RFID), Identificação por Rádio Frequência, seja para gestão da cadeia de produção, seja para gerar experiências para os consumidores.

A tecnologia de RFID utiliza ondas eletromagnéticas para acessar e armazenar dados de identificação sem a utilização de cabos. Os dados são salvos em um microchip acoplado a uma antena que permite a identificação automática de objetos nele fixado. A leitura destes microchips parte de um dispositivo emissor,

normalmente chamado de leitor, codificador ou interrogador. A leitura dispensa o contato e manuseio direto do operador para o início, como aconteceria, por exemplo, em uma leitura de códigos de barras.

Para Almeida e Oliveira (2017), apesar de já existir há anos (década de 1940), a RFID ganha cada vez mais força com sua vasta variedade de aplicações. Neste contexto, o presente trabalho propõe a utilização da tecnologia de RFID como apoio à experiência única do usuário no que se refere a aquisição de itens de vestuário no varejo. Uma vez que cada item esteja associado a um som característico baseado no estilo do item e utilizando a tecnologia RFID para identificar quais itens foram levados à cabine de prova, é possível criar uma experiência única para o usuário ao reproduzir sons de acordo com as preferências de estilo exclusivamente do usuário em questão, assim potencializando as vendas sem que seja necessário indagar o usuário acerca de suas preferências e gostos.

Partindo da hipótese que assimilando sons característicos a um estilo musical baseado nas escolhas de estilos do vestuário é possível concretizar-se, de forma estratégica, um protótipo para materializar esta ideia. A relevância deste trabalho contribui para estudos e mudanças de estratégias na rede varejista têxtil, assim como na aplicabilidade de tecnologias como a de RFID para a geração de experiências disruptivas aos usuários.

Também são objetivos deste trabalho a compreensão dos conceitos de RFID, assim como, através do levantamento bibliográfico e da necessidade de hardwares e linguagens de programação necessárias, montar um protótipo com utilização da estrutura de comunicação RFID junto ao desenvolvimento de um sistema online para a gestão de itens associados à tags RFID e à uma base de sons. Tornando possível desta forma, a aplicação de testes de validação, integração com sistemas de terceiros e a coleta de resultados para análises.

As tecnologias, linguagens de programação, *hardwares* necessários e metodologias de desenvolvimento são apresentadas na subseção 5.1 Extração dos requisitos.

Para o desenvolvimento do presente trabalho foi utilizado a pesquisa bibliográfica, tomando como base livros, artigos, monografias e *websites* dedicados aos assuntos aqui abordados. Foram analisadas formas de gerar experiência aos usuários dentro do setor varejista têxtil, utilizando a tecnologia de RFID como peça chave para a viabilidade da solução a fim de tornar possível uma série de

interações e alimentação de informações sem que seja necessário interagir diretamente com o usuário em questão.

Para a concepção das aplicações que amparam o funcionamento do sistema, foram examinadas bibliografias sobre o mercado de varejo têxtil a fim de entender melhor o comportamento do setor, analisando pontos de melhoria e os pontos que já estão sendo favoráveis. Os componentes da arquitetura física de um sistema RFID foram avaliados a fim de definir as ferramentas e estrutura necessária para o desenvolvimento do trabalho.

Para o desenvolvimento do sistema foi avaliada práticas e ferramentas, consultado profissionais especialistas na área, definido funcionalidades do sistema, definido a modelagem e efetuado testes, desta forma permitindo a avaliação da aplicabilidade do protótipo aqui proposto.

Para a definição da base de sons, foi levado em consideração o licenciamento de mídia, arquitetura de banco de dados e tecnologias que viabilizam sua utilização.

O trabalho inicia com uma revisão sobre a tecnologia RFID, onde é apresentado sua história, discutido os elementos do sistema, suas funções e particularidades. Também é feita uma breve contextualização a nível de comparação com o sistema de código de barras que remete à experiência do usuário. No capítulo 4 é feita uma contextualização sobre as principais tecnologias, linguagens e recursos utilizados para o desenvolvimento das aplicações que compõem o protótipo desenvolvido neste trabalho.

O protótipo é apresentado no capítulo 5 onde é descrito os requisitos extraídos e como ocorreu a codificação das aplicações *mobile*, *web* e implementação do banco de dados. O conceito de mapa de sons é introduzido e apresentado como ferramenta auxiliar para o relacionamento dos estilos musicais com o estilo individual dos usuários da rede varejista têxtil, que a partir de suas escolhas de vestuários é possível identificar, dentre outros fatores, sua personalidade e principalmente o seu estilo de vida a fim de correlacionar com a base de sons. Também no capítulo 5 é feita uma narrativa a fim de operacionalizar o processo de forma teórica e que reflita os requisitos. É ainda no capítulo 5 que é feita uma análise do fator experiência do usuário.

Por fim, no capítulo 6 são feitas as apresentações e análises de resultados, assim como é descrito a forma como foram realizados os testes

funcionais e as limitações identificadas. No capítulo 7, é feito uma análise final junto às conclusões. Ao final do trabalho, no capítulo 8 são sugeridos trabalhos futuros.

2 RFID

Uma revisão da tecnologia de RFID é apresentada neste capítulo. Nas subseções são apresentados um breve contexto histórico sobre os primórdios da tecnologia, assim como tecnologias que a antecederam. Neste capítulo também são apresentados os dispositivos que compõem o sistema e suas formas de operação.

Para Almeida e Oliveira (2017), apesar de já existir há anos (transição da década de 30 para 40), a tecnologia RFID ganha cada vez mais força com sua vasta variedades de aplicações. Essa tecnologia é definida como uma forma de identificação e coleta de dados por meio de ondas de radiofrequência. Para Silva (2016), RFID é um termo que descreve de forma geral, qualquer sistema de identificação que utilize frequência de rádio ou variações de campo magnético para se comunicar com um receptor a partir de um dispositivo eletrônico.

Em um comparativo sobre as vantagens e benefícios do uso de tecnologia comparado aos sistemas de identificações tradicionais, como por exemplo o sistema de código de barras, Silva (2016) ressalta a não necessidade de um exato posicionamento para leitura dos dados, a grande capacidade de armazenamento de informações na sua memória, além do fato de todo o sistema de leitura e controle dos dados serem eletrônicos, evitando assim um possível erro humano de visualização.

Sobre a serialização, Boalim (2015) destaca enfaticamente que uma das grandes vantagens da RFID em relação ao código de barras é o fato de que cada item que esteja no sistema de RFID terá rastreabilidade em função de seu código serializado, ao contrário do código de barras em que serão todos iguais. A figura 1 e a figura 2 ilustram esta situação.

Figura 1 – Produtos idênticos, mesmo código de barras



Fonte: Pesquisador (2018).

Figura 2 – Produtos idênticos, códigos de RFID diferentes



Fonte: Pesquisador (2018).

Tratando-se de alteração de tecnologias, é importante também atentar para a observação de Marques et al. (2008), onde ele relata que algumas vezes é deixado passar despercebido, mas que as alterações nas tecnologias possuem pré-requisitos, curva de aprendizado e mudanças de diversas naturezas. É o tipo de decisão que envolve custo, logo é preciso tomar cuidados em relação à risco. Além da questão dos equipamentos, pode haver a necessidade de modificação de instalações, treinamentos ou até mesmo substituição de pessoas. Outras alterações envolvem ajustes na produção e alteração de fornecedores, além das demais consideradas específicas.

No varejo, segundo Prater et al. (2005), a utilização de RFID pode mudar consideravelmente os métodos de operação de suas cadeias de suprimentos. A implantação de soluções de RFID pode atingir benefícios de âmbito estratégico, tático ou operacional às empresas. Jones et al. (2005) acredita que a receptividade da tecnologia de RFID pode contribuir para aumentar a movimentação no setor de varejo, além de poder causar impacto nas operações de loja e na experiência de compra por parte dos consumidores.

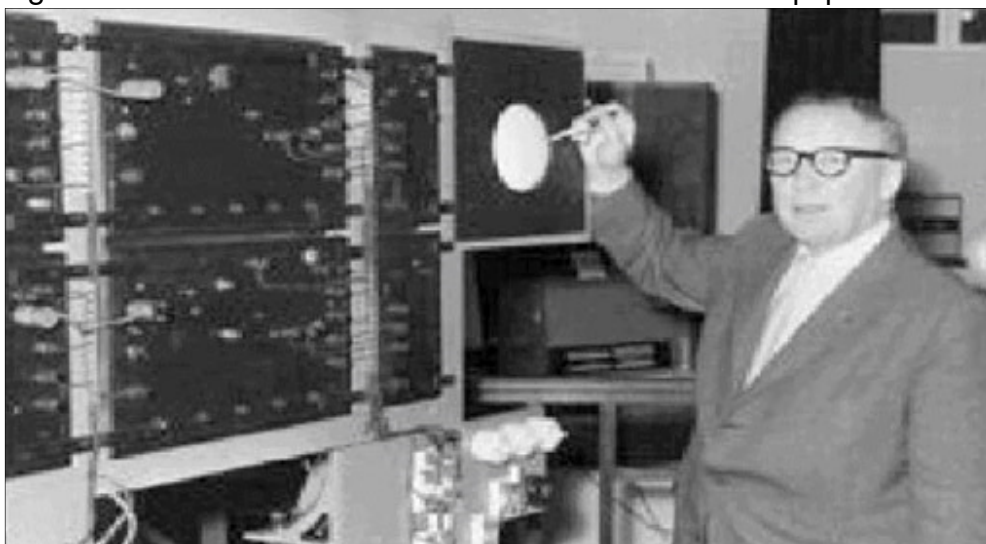
2.1 HISTÓRICO

Quando se trata de definir a data exata do nascimento de uma nova tecnologia, a tarefa nem sempre é fácil. Porém no caso da RFID é consenso entre os autores que seu início foi em meio à época da segunda guerra mundial, quando em 1930 o Exército e Marinha dos Estados Unidos da América (EUA) estavam com dificuldades em identificar de forma eficiente os alvos tanto no solo, como no mar e ar. Com esta dificuldade, o *Naval Research Laboratory* (NRL), Laboratório de Pesquisas Navais dos EUA, liderado por Sir Robert Alexander Watson-Watt, inventor do radar, desenvolveu o sistema *Identification Friend-or-Foe* (IFF), Sistema de Identificação de Amigo ou Inimigo.

Os componentes dos primeiros sistemas IFF são relatados por Hessel et al. (2011) como sendo o interrogador, que era o próprio sistema de radar e o transponder, uma caixa relativamente grande de tubos com mostradores e interruptores. A estação em solo fazia o envio do sinal de radar e o transponder ao receber, o refletia de volta. Desta forma a antena em solo recebia um retorno mais

forte do que de outra forma a teria. Além desta funcionalidade, o transponder também fazia a leitura da frequência do seu retorno, indo e voltando sobre uma faixa quando respondia, desta forma permitindo que o retorno do radar pulsasse de acordo com um ritmo específico.

Figura 3 – Sir Robert Alexander Watson-Watt e seu equipamento de radar



Fonte: Hessel et al. (2011).

Em conformidade com Hessel et al. (2011), as propostas cronológicas de Gomes (2007) e Lima (2014) revelam que foi em 1937, quando criado o IFF, que estava implantado o primeiro sistema de identificação por radiofrequência, possibilitando a efetiva preparação de contra-ataques durante a segunda guerra mundial e marcando o início da tecnologia RFID.

Ao final dos anos 60 e início dos anos 70, Hessel et al. (2011) revelam que empresas como a *Sensormatic* e *Checkpoint System* introduziram novos usos para a RFID em aplicações menos complexas e mais amplamente utilizadas. Estas empresas iniciaram o desenvolvimento do *Electronic Article Surveillance* (EAS), os equipamentos de vigilância eletrônica de produtos para proteção de itens de inventário, como por exemplo, itens de vestuário em lojas de departamentos.

Nesta época, até o final da década de 70, os sistemas RFID comerciais utilizavam etiquetas que não precisavam de baterias e ainda eram *Low Frequency* (LF), 125 KHz, de Baixa Frequência. Era barato para fabricar, implementar e manter. A aplicabilidade basicamente se resumia em disparar um alarme quando a etiqueta se aproximasse do leitor, como por exemplo na saída de uma loja.

A partir dos anos 80, Oliveira e Pereira (2006) afirmam que o *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), o Instituto de Tecnologia de *Massachusetts*, iniciou junto com outros centros de pesquisa, o estudo de uma arquitetura baseada na utilização dos recursos das tecnologias em radiofrequência. Este estudo serviria como modelo de referência para o desenvolvimento de novas aplicações, como por exemplo de rastreamento e localização de produtos. Consequência deste estudo, foi a criação do *Electronic Product Code* (EPC), o Código Eletrônico do Produto. O EPC define uma arquitetura de identificação de produtos e utiliza os recursos proporcionados pelos sinais de radiofrequência.

Foi também no início da década de 80 que segundo Hessel et al. (2011), foram desenvolvidos sistemas de Ultra *High Frequency* (UHF), sistemas de Frequência Ultra Alta, que possibilitou utilizar a RFID para leituras com distância superior a dez metros. Entretanto, apesar da adoção da UHF no início de 80, foi apenas ao final da década de 90 que as etiquetas UHF conseguiram oferecer a combinação de melhor alcance, velocidade e preços. Neste momento, as etiquetas RFID UHF se tornaram as principais candidatas às aplicações das cadeias de abastecimento, como por exemplo no rastreio de caixas e paletes, assim como no controle de estoques na logística.

Em 2004 é formada a EPCglobal, patrocinada por indústrias e sem fins lucrativos. De acordo com Hessel et al. (2011), a EPCglobal é um órgão internacional que gerencia atualmente os padrões EPC, que se tornaram um padrão para a identificação automática de itens dentro da cadeia de abastecimento a nível mundial.

A EPCglobal Network é um conjunto de tecnologias que permite a identificação imediata e automática e o compartilhamento de informações sobre itens na cadeia de suprimentos. Dessa forma, a EPCglobal Network torna as empresas mais eficazes por permitir uma visibilidade real das informações sobre os itens da cadeia de suprimentos (GS1, 2018, p. 1).

Apesar de todos estes avanços, Marques et al. (2008) ressalta que o custo da tecnologia RFID, em relação aos sistemas de código de barras, é mais elevado, considerando os custos relacionados com *hardware*, *software* e serviços. Entretanto, trazendo para a atualidade, Senna e Soares (2017) revelam que o projeto de um sistema RFID que apresente eficiência, velocidade e praticidade, inicialmente pode se apresentar como uma solução de alto custo. Porém,

dependendo da quantidade de operações e de organizações envolvidas no projeto, a solução RFID pode ser considerada como um investimento com retorno de médio a curto prazo.

Em concordância, Descalzo, Silva e Clemente (2011) revelam que com o desenvolvimento das tecnologias sem fio nos últimos anos, a tecnologia RFID tem ganho destaque e vem sendo adotada por empresas que buscam se manter atualizadas.

2.2 CÓDIGO DE BARRAS

Contextualizando sobre o sistema de código de barras, é um sistema que permite a identificação de produtos que teve origem em 1973 nos Estados Unidos com o código *Universal Product Code* (UPC), Código Universal de Produtos, e que quatro anos depois, em 1977, expandiu para a Europa conhecido como *European Article Numerical Association* (EAN), Número de Artigo Europeu.

Segundo Oliveira e Pereira (2006), o código de barras é um código binário composto de barras na cor preta e aberturas sem pigmentação, dispostas de forma paralela de acordo com um padrão predeterminado. Cada barra, aberturas e suas larguras, representam elementos de dados referenciados à um símbolo associado, que pode ser alfanumérico ou numérico. A leitura é feita por meio da reflexão alterada do feixe laser emitido sobre as barras e suas aberturas. O princípio físico permanece o mesmo, no entanto hoje existem cerca de dez tipos de códigos de barras em uso.

Ainda segundo Oliveira e Pereira (2006), o sistema de código de barras mais adotado atualmente é o EAN. O código EAN é uma evolução do UPC, sendo composto por treze dígitos. Conforme visto na tabela 1, os dois ou três primeiros dígitos se referem ao código da unidade GS1 emissora, muitas vezes confundido com o código do país. Em seguida uma sequência de quatro, cinco ou seis dígitos, representam a empresa detentora do produto. A próxima sequência é de dois, três, quatro ou cinco dígitos e identifica cada item, e por último, um dígito que é o dígito verificador.

Tabela 1 – Estrutura do código de barras EAN-13

Identificação da unidade GS1 emissora			Empresa					Produto				DV
7	8	9	9	9	9	9	9	1	2	3	4	9
2 ou 3 dígitos concedidos pela GS1			6, 5 ou 4 dígitos concedidos pela GS1 Brasil					Varia entre 2 e 5 dígitos atribuído pela empresa				Dígito verificador
Prefixo GS1												DV

Fonte: Representação visual adaptada de GS1 (2018).

No Brasil, de acordo com Oliveira e Pereira (2006), o código EAN-8 é comumente utilizado para produtos que possuam embalagens com espaço restrito. Este tipo de código de barras, como o próprio nome expressa, possui 8 dígitos. Os dois ou três primeiros formam o prefixo EAN/UCC licenciado pela GS1, seguidos de quatro ou cinco dígitos também determinados pela GS1 e que referenciam o item. Neste sistema, o último dígito também é um verificador.

A GS1 Brasil - Associação Brasileira de Automação é uma associação multissetorial sem fins lucrativos, que implementa padrões de identificação de produtos, como código de barras e EPC/RFID, desde a matéria-prima até o consumidor final. Os padrões GS1 são utilizados em 150 países, com mais de um milhão de empresas associadas (GS1, 2018, p. 4).

Ainda de acordo com Oliveira e Pereira (2006), no sistema de código de barras, cada dígito é representado por sete barras, pigmentadas ou não, formando assim sua largura e determinando o dígito representado. No EAN-8, as barras de guarda estão dispostas em três ao início (lado esquerdo), cinco ao centro e três ao final (lado direito). Para os dígitos que estão à esquerda das barras de guarda centrais, a disposição deve obedecer à figura 4a. Já os dígitos que estão à direita das barras de guarda centrais, devem obedecer à disposição conforme figura 4b.

Figura 4 – Codificação EAN-8

Codificação EAN-8 (lado esquerdo)									
0	0001101								
1	0011001								
2	0010011								
3	0111101								
4	0100011								
5	0110001								
6	0101111								
7	0111011								
8	0110111								
9	0001011								

a

Codificação EAN-8 (lado direito)									
0	1110010								
1	1100110								
2	1101100								
3	1000010								
4	1011100								
5	1001110								
6	1010000								
7	1000100								
8	1001000								
9	1110100								

b

Fonte: Oliveira e Pereira (2006).

Trazendo o código de barras ao cenário deste trabalho, foram identificados alguns problemas em relação ao seu uso em massa. Para sua utilização, obrigatoriamente o leitor precisa estar em visada com o produto, um a um, assim impedindo a varredura em massa. Outro ponto negativo é a baixa quantidade de dados que é possível armazenar no código, desta forma ficando de fora informações importantes, tais como datas, números de séries e outras informações pertinentes ao produto.

Quanto às vantagens, pode-se citar o baixo custo de implementação assim como de manutenção, uma vez que atualmente existe uma boa infraestrutura para este sistema e basta apenas a impressão de etiquetas e um dispositivo de leitura.

2.3 COMO FUNCIONA A RFID

Na subseção 3.3 é trazido em detalhes as particularidades de cada componente do sistema RFID, de momento é preciso saber apenas que o sistema mais básico é formado por etiqueta, leitor e antenas. Também é pertinente ter em mente que em sua estrutura mais comum, o leitor é conectado a um equipamento que possua inteligência para processar os dados das etiquetas e se comunicar com a rede local ou internet, como um computador por exemplo.

Sobre a arquitetura da rede, segundo a MGITech (2015) os sistemas RFID podem ser configurados simultaneamente em redes com e sem fio, situação comum pois sistemas integrados requerem comunicação com servidores para a troca de dados. Neste sentido, é importante ressaltar também que com exceção de

equipamentos RFID antigos que operam na faixa sem fio de 915 MHz, os sistemas não causam interferência nas redes Wi-Fi.

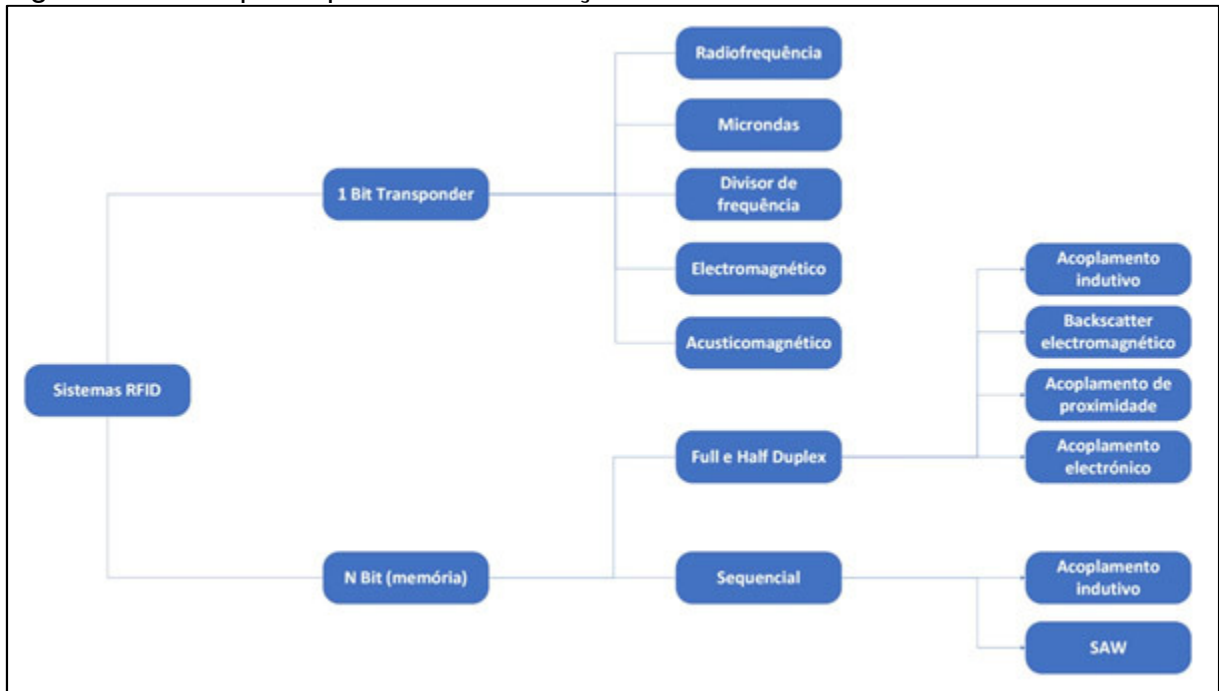
Descalzo, Silva e Clemente (2011) em concordância com Hessel et al. (2011), revelam que o funcionamento básico do sistema RFID consiste na emissão de sinais de radiofrequência a partir de uma antena acoplada ao dispositivo de leitura em busca dos objetos a serem identificados. Uma vez que a etiqueta é atingida pela radiação ocorre o acoplamento com a antena, possibilitando assim que os dados armazenados na etiqueta, como por exemplo números de série, data de validade, data e hora que a tag passou por determinado local e muitos outros, sejam recebidos pelo leitor. Neste momento o leitor decodifica e encaminha para o sistema de computador.

Sobre a aplicação das etiquetas RFID nos itens, Descalzo, Silva e Clemente (2011), descrevem que em uma operação rotineira as etiquetas são aplicadas junto às demais etiquetas do produto e que outras formas de aplicação são através dos encapsulamentos resistentes, quando a é aplicado um material resistente sobre a etiqueta RFID, através de cartões ou através de pulseiras.

Uma observação importante de Hessel et al. (2011) é acerca da frequência de operação entre as etiquetas e os leitores. A seleção da frequência específica precisa ser determinada baseada nas exigências da aplicação, tais como velocidade desejada e condições ambientais.

Aprofundando nas questões técnicas e princípio de funcionamento, pode-se observar na figura 5 os principais tipos de comunicação.

Figura 5 – Principais tipos de comunicação em sistemas de RFID



Fonte: Adaptado de Gomes (2007).

Apesar da grande quantidade de princípios, podemos agrupar em dois grupos, *1-BIT Transponder* e *Full and Half Duplex*. Segundo Gomes (2007), o grupo *1-BIT Transponder*, como o nome sugere, é baseado na transmissão de um bit ou uma sequência de informação entre tag e leitor/gravador por comunicação. No geral, por requisitar apenas uma resposta da tag para o leitor/gravador, o funcionamento é conhecido por ser rápido e sem continuação. Neste caso as tags não precisam de volumes grandes de informação nem de montagem eletrônica avançada para seu funcionamento. Exemplos de aplicação são sistemas do tipo On-OFF como sensores de movimento presentes em sistemas de segurança, sistemas de acesso com níveis de permissões ou até mesmo catracas de refeitórios, transporte, etc.

Ainda de acordo com Gomes (2007), quanto ao grupo *Full and Half Duplex*, este possui uma transmissão mais complexa, podendo haver a necessidade de grandes volumes de informação em permanente comunicação, que eventualmente requisitarão processos e implementações de controle de fluxo de dados. Quando é preciso monitorar o deslocamento de tags em uma determinada área, este é o grupo de funcionamento mais indicado.

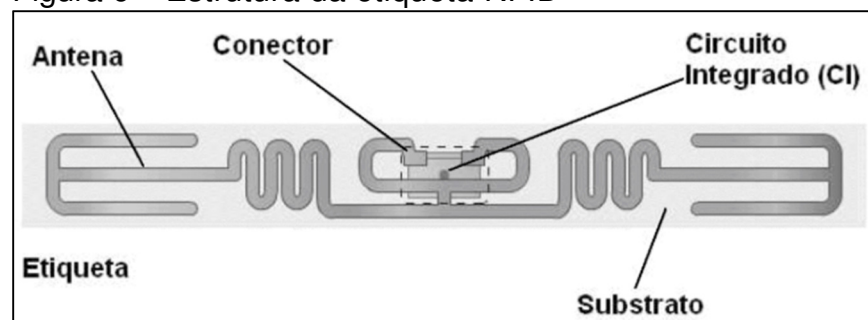
2.4 COMPONENTES RFID

Nesta subseção serão analisados os componentes que compõem um sistema RFID. Além dos componentes básicos, etiqueta, leitor e antenas, também será abordado nesta subseção a questão dos *middlewares* e observações sobre o desempenho do sistema. Outras formas que alguns autores se referem ao componente etiqueta são, de acordo com Souza (2009) na obra RFID – Identificação por radiofrequência estudo de caso da *chiptiming*, identificador, *tags*, chip, *transponder* ou RF.

2.4.1 Etiquetas

Segundo Marques et al. (2008), a etiqueta de RFID básica possui dois elementos primordiais, um chip e uma antena. No chip são armazenados os dados de identificação. A antena por sua vez realiza a transmissão das informações. Porém, as várias condições ambientais exigem tags específicas para determinadas situações. Em relação à tamanho, desempenho, capacidade de leitura/gravação, memória e requisitos de energia, podem ter uma grande variação. A figura 6 revela a estrutura de uma tag RFID, onde ao centro é exibido o Circuito Integrado (CI), mais conhecido como chip.

Figura 6 – Estrutura da etiqueta RFID



Fonte: Hessel (2011).

De acordo com a MGITech (2015), apesar das *tags* do tipo *smart labels* (etiquetas inteligentes) que normalmente são de uso único, serem as mais difundidas, são as tags reutilizáveis que proporcionam uma vantagem de *Total Cost of Ownership* (TCO), Custo Total de Propriedade.

Segundo What (2004), uma etiqueta do tipo *smart labels*, nada mais é do que um dispositivo eletrônico, geralmente plano a fim de reduzir seus custos e encaixá-los em lugares difíceis, como embalagens. As *smart labels* geralmente não têm mais que 0,3 milímetros de espessura. Nesta definição, incluímos bilhetes e laminados, mas não cartões, mesmo que trabalhem à distância. As *smart labels* estão se tornando extremamente importantes, tanto socialmente quanto em termos de potencial de negócios. Eles podem, por exemplo, salvar vidas e criar negócios bilionários.

Segundo a MGITech (2015), uma tag RFID de identificação permanente, deve ser encapsulada para suportar altas temperaturas, ácidos, umidade, tintas e várias outras situações que prejudicam os seus componentes. Estas são programadas na fábrica e possuem um número de série ou dados específicos inalteráveis, tornando-a à prova de adulteração.

Já nas etiquetas que permitem a leitura e gravação, Hessel (2011) aponta que seus dados podem ser alterados inúmeras vezes, fazendo deste modelo o mais flexível, porém também o mais vulnerável a adulterações ou sobreposições de dados. Normalmente, este tipo de tag possui uma área exclusiva para leitura e outra para gravação, permitindo que o operador defina um código único, por exemplo, para determinada etiqueta e a vincule a uma caixa e, posteriormente registrar os itens que serão colocados nesta caixa na área em que é permitido a gravação. Então, quando a caixa for descarregada, a área editável da etiqueta pode ser apagada sem que a área exclusiva de leitura seja comprometida.

Tomando como base a publicação da MGITech (2015), além destas classificações e divisões em tipos de tags que vimos, elas também podem ser classificadas como passivas, ativas ou semipassivas. As etiquetas passivas podem ser observadas na figura 7, são as mais comuns. Já as tags ativas, possuem uma bateria que permite transmissões com um maior alcance, tornando-as maiores e mais caras em relação às tags passivas. As tags semipassivas, como o próprio nome sugere, são tags que misturam os conceitos das tags passivas com as ativas. Elas se comunicam com o leitor como as tags passivas, porém possuem uma bateria que permite uma área de alcance que fica na média das tags passivas e ativas. A bateria tem uma vida útil longa e seu tamanho é similar às tags passivas.

Figura 7 – Modelos de tag passivo



Fonte: Gomes (2007).

Segundo Gomes (2007), em função da inexistência de bateria, a etiqueta passiva pode ter um longo ciclo de vida sem precisar de qualquer manutenção. Pode suportar condições mais extremas de ambiente, e normalmente é menor que as etiquetas ativas. Sua produção em larga escala permite que custos de produção sejam muito baixos (em torno dos 5 centavos de dólar para os mais simples). Gomes (2007) também completa que na comunicação entre a tag e o leitor, o leitor terá sempre a tarefa de comunicar primeiro, pois a tag necessita da potência recebida do leitor para funcionar. Desta forma, neste sistema o leitor precisará constantemente emitir ondas de rádio frequência na área de cobertura desejada, de forma que consiga detectar a presença da tag. A distância de comunicação entre o leitor e as tags passivas é menor do que com as tags ativas.

Sobre as antenas, Descalzo, Silva e Clemente (2011) afirmam que os modelos mais comuns podem ser *Very High Frequency* (VHF), Frequência Muito Alta, ou *Ultra High Frequency* (UHF), Frequência Ultra Alta. As antenas VHF são fabricadas com fio de cobre em formato de bobina enquanto as antenas UHF são impressas com tinta condutiva em formato que melhor atender à necessidade.

Segundo Gomes (2007), quanto às tags ativas, estas possuem bateria responsável por alimentar o circuito integrado e por fornecer energia para o envio de dados da memória ao leitor. Levando em consideração o fato de possuir bateria, as tags ativas operam mesmo sem um leitor monitorando dentro do campo de alcance. Para as tags ativas, os componentes básicos mudam um pouco em relação às tags passivas, sendo acrescentado a necessidade de uma alimentação interna (bateria) e um circuito. No geral, um chip de tag ativo é maior tanto em capacidade de armazenamento quanto em tamanho físico. Isto se dá graças à

bateria interna que permite um processamento superior e maior capacidade de armazenamento de dados.

Em relação às antenas nas etiquetas ativas, Gomes (2007) afirma que não são necessárias as mesmas dimensões das tags passivos. Adicionalmente, na tag ativa podem existir sensores, processadores de dados e muitos outros componentes que possibilitam a tag funcionar como transmissor sem necessidade da presença do leitor. O contra deste modo de operação, é o curto período de vida útil da bateria devido à grande exigência de energia para operação.

Ainda segundo Gomes (2007), normalmente a etiqueta ativa permanece desativada e só ativa automaticamente com a presença do leitor, onde então é iniciado todo o processamento e envio de informações. As etiquetas ativas em sua maioria são mais caras, além de não suportar condições tão extremas como as etiquetas passivas e necessitam de uma manutenção, como por exemplo a troca de bateria de forma regular. Em contrapartida, as etiquetas ativas possuem um maior alcance, tornando o sistema mais apropriado para a localização em algumas aplicações específicas.

Quanto às etiquetas semipassivas ou semi-ativas, Silva (2016) revela que apesar de possuir alimentação interna, esta alimentação serve apenas para alimentar os circuitos internos e não para gerar um novo sinal para o leitor. As características da antena e de funcionamento são parecidas às da etiqueta passiva, pois também há a necessidade de sempre existir um sinal do leitor para se comunicar. Podendo também, apesar disso, ter um chip maior e com capacidade consideravelmente superior à etiqueta passiva. Relacionando, Gomes (2007), afirma que o alcance das tags semiativas, embora maior do que as tags passivas não vão além dos 30 metros, pois convém recordar que não usa a sua energia interna no reenvio do sinal.

De acordo com Oliveira e Pereira (2006), para que todas estas formas de operação e modelos de tags possam operar de forma universal, é preciso de uma padronização a fim de definir as características de operação e funcionamento de cada equipamento. Desta forma, distintos fabricantes podem produzir dispositivos com características comuns, atendendo à necessidade básica para que várias tecnologias possam sobreviver no mesmo ambiente.

Ainda segundo Oliveira e Pereira (2006), muitas são as organizações envolvidas nos projetos de sistemas RFID que trabalham juntas à diversos

fabricantes e estudiosos com o objetivo de padronizar regras de utilização e protocolos. Entre as principais organizações e padrões da tecnologia RFID, tem-se a *International Organization for Standardization* (ISO), Organização Internacional para Padronização, que engloba 148 países. A ISO aprova normas internacionais em todos os campos técnicos, exceto na eletricidade e eletrônica, áreas sob a responsabilidade do *International Electrotechnical Commission* (IEC), Comissão Eletrotécnica Internacional.

Quanto aos possíveis problemas em relação as etiquetas, Hessel (2011) destaca um dos fatores básicos do sistema RFID, a transmissão adequada de energia para as etiquetas. Para ser considerada adequada, a transmissão precisa atingir a etiqueta de forma a ativar o processamento interno do chip e posteriormente permitir a transmissão de retorno com as suas informações.

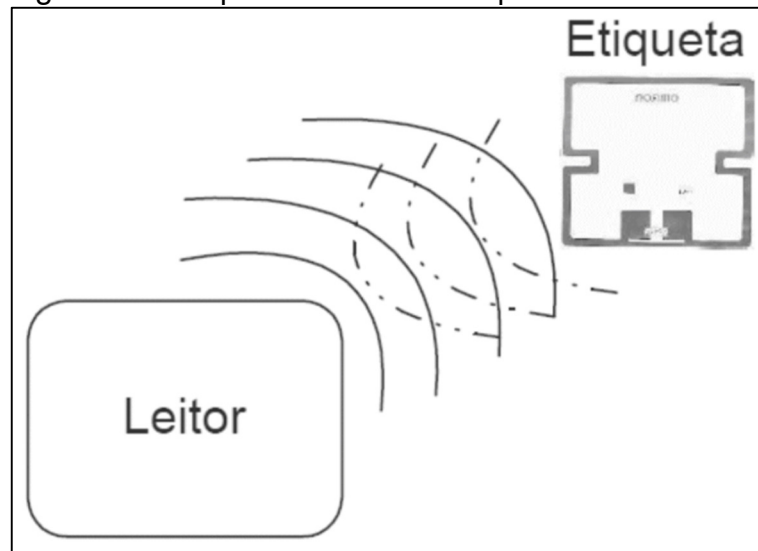
2.4.2 Leitores

Segundo Senna e Soares (2017), os leitores são dispositivos responsáveis por fazer a comunicação entre a tag RFID e o computador principal, ou em alguns casos, com o sistema de dados - *middleware*. Estes dispositivos podem ser fixos, integrados ou incorporados. Como exemplos, pode-se citar o monitoramento de portas com dispositivos fixos, uso com um notebook por meio de dispositivos integrados e uso em empilhadeiras industriais com dispositivos incorporados.

Quanto aos leitores fixos, como o nome sugere, Senna e Soares (2017) afirmam que são instalados em locais em que as condições de leitura são favoráveis. Nos sistemas que possuem esta abordagem de leitura, o ambiente exige uma cobertura de sinal ampla onde é possível a flexibilização na adição de múltiplas antenas e diferentes modalidades. Um leitor integrado possui uma antena e geralmente possui uma porta reservada para instalação de uma antena externa. Em sistemas que exigem duas antenas no máximo, é uma solução de baixo custo. Quanto aos leitores incorporados, são dispositivos móveis e internamente são compostos por um leitor e uma antena. Usados no geral em locais remotos onde a instalação de leitores fixos se torna inviável, é também utilizado em galpões de estoque, incorporados em empilhadeiras, por exemplo.

Os leitores enviam sinais de rádio que são recebidos pelas tags dentro do perímetro de RF e que estão sintonizadas na mesma frequência. Ao contrário dos leitores de códigos de barras, os leitores de RFID possuem uma alta flexibilidade de posicionamento, pois não é necessário “enxergar” a tag.

Figura 8 – Acoplamento entre etiqueta e leitor



Fonte: Hessel (2011).

De acordo com Senna e Soares (2017) os leitores RFID permitem uma alta flexibilidade de posicionamento muito superior em relação aos leitores de códigos de barras. Evidências disto, são a ausência da necessidade de um campo de visão direta e o longo alcance das leituras. É possível instalar leitores no teto, por exemplo, ou até mesmo sob os pisos.

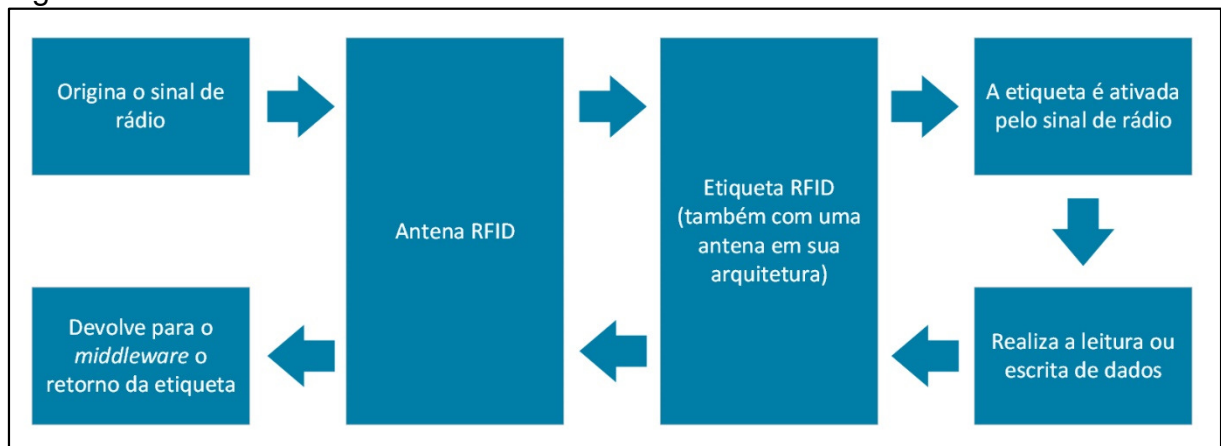
Ainda segundo Senna e Soares (2017), os leitores podem ser subdivididos em duas partes: a interface de *High Frequency* (HF), alta frequência, e o sistema de controle. O sistema de controle é responsável pelas funções relacionadas ao processamento de dados relacionados ao sinal, codificação e decodificação e a gerência do processo. A interface de alta frequência é responsável pela rotina do envio e recebimento do sinal e que é composta de três processos: a geração do sinal com energia compatível à necessidade de funcionamento das tags (em caso de tags passivos), modular o sinal enviado às tags e demodular o sinal recebido das tags.

2.4.3 Antenas

Se tratando de antenas, talvez a melhor definição seja a de Hessel (2011) onde uma antena é definida como uma estrutura de transição entre uma onda guiada por um circuito e uma onda no espaço, ou vice-versa. Tratando este conceito de forma genérica, é possível imaginar e assimilar diversos tipos de “antenas”, um microfone que recebe as ondas emitidas por uma caixa de som, por exemplo.

Inserindo no contexto, as antenas abordadas nesta subseção serão apenas as que recebem e/ou emitem ondas eletromagnéticas. De acordo com Teixeira (2011), o papel da antena é definir como o campo eletromagnético é criado a fim de garantir a troca de informações entre o leitor e as etiquetas de forma confiável. O processo é basicamente composto dos passos ilustrados na figura 9.

Figura 9 – Fluxo de dados entre antenas



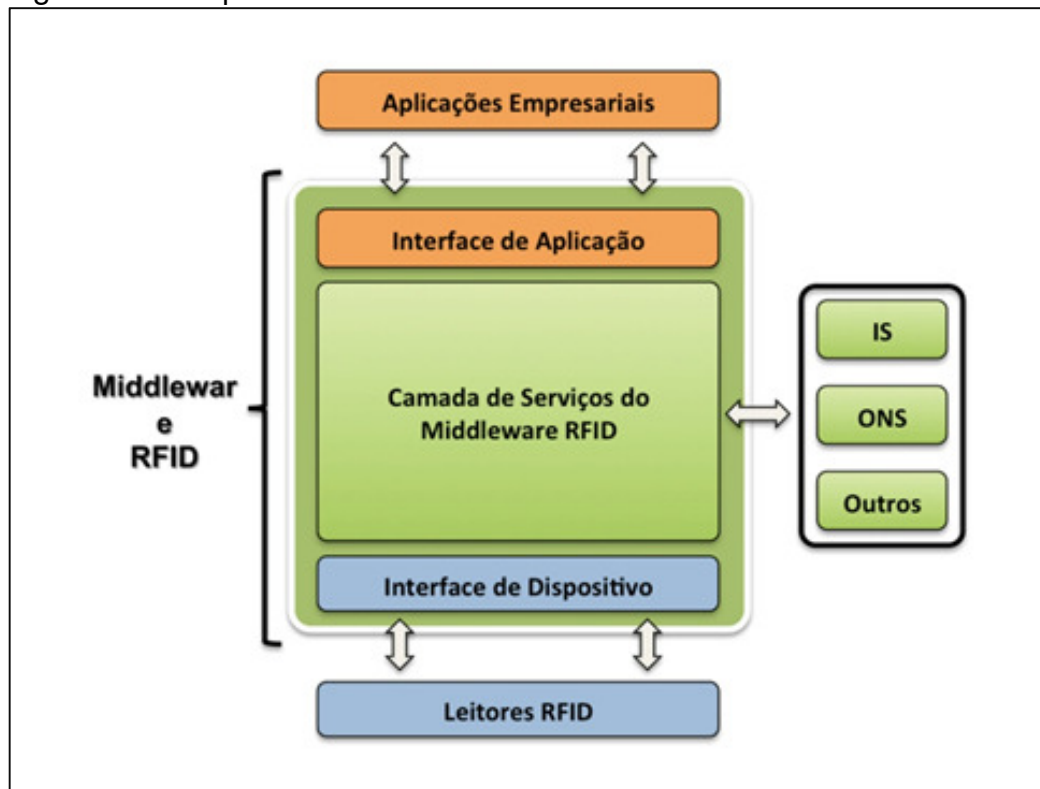
Fonte: Pesquisador (2018).

2.4.4 Middleware

De acordo com Narciso (2008), *Middleware* é o *software* responsável pelo fluxo da troca de dados entre a tag e o sistema computacional. Este *software* tem a capacidade de receber os dados obtidos pela leitora e alterá-los para que sejam lidos por um outro sistema qualquer. Assim, *middleware* é um *software* que integra a transmissão dos dados entre as etiquetas e a aplicação que requisita as informações desta etiqueta.

Amaral (2011) nos revela que se tratando da tecnologia RFID, utilizar um middleware tem inúmeros benefícios inerentes às próprias funções básicas de um sistema de middleware tradicional. Por outro lado, ele também alerta que usar um middleware tradicional em aplicações RFID pode desencadear uma série de limitações e desafios, principalmente quanto à capacidade de adaptar funções básicas em funcionalidades específicas para ambientes RFID.

Figura 10 – Arquitetura básica de um middleware RFID



Fonte: Amaral (2011).

Como pode ser visto na figura 10, de acordo com Amaral (2011), em um sistema de *middleware* RFID existem duas interfaces principais: uma de aplicação (alto nível) e uma de dispositivos (baixo nível), fornecendo assim comunicação com aplicações de negócio em geral e realizando a comunicação com dispositivos físicos de leitura (RFID e outros tipos de dispositivos), respectivamente.

2.4.5 Desempenho

Neste ponto é imprescindível compreender as características básicas dos sistemas RFID para poder determinar o desempenho das tecnologias de RFID.

Alcance de frequência, memória, segurança e tipo de dados coletados dentre outras características, são ótimos quantificadores para mensurar o desempenho das soluções e como elas se comportam em relação às operações.

Para Senna e Soares (2017), um dos principais fatores que determinam o alcance de um sistema RFID é a frequência aliada à resistência a interferências e demais variáveis de desempenho. Logo, pelo fato de que sistemas RFID produzem e irradiam ondas eletromagnéticas, são classificados como sistemas de radiofrequência (RF).

Portanto, segundo Silva (2016), é preciso determinar as faixas do espectro de frequência para que o sistema RFID não sofra interferência de outros serviços de rádio, assim como não interfira nos sistemas de rádio, celular ou televisão. É necessário considerar os espectros de frequência dos outros sistemas de rádio ao implantar um sistema de RFID, pois estes limitam a sua operação. Por este motivo, no geral, utiliza-se frequências *Industrial-Scientific-Medical* (ISM), Industriais, Científicas ou Médicas, que foram reservadas especificamente para estas aplicações e também podem ser utilizadas para aplicações em RFID.

Equipamento de Radiocomunicação de Radiação Restrita: são quaisquer equipamentos, aparelhos ou dispositivos que utilizem radiofrequência para aplicações diversas e cujas emissões produzam campo eletromagnético com intensidade dentro dos limites estabelecidos neste Regulamento e atendam aos requisitos técnicos para certificação (AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES, 2017, p.3).

A Agência Nacional de Telecomunicações (2017), também nos revela que equipamentos de radiocomunicação correspondam à radiação restrita, não possuem direito à proteção contra interferências nem podem causar interferência em qualquer sistema operando em caráter primário ou secundário, assim sustentando a afirmação relatada de Silva (2016).

Em casos em que os equipamentos que utilizam radiação restrita e venham a causar interferência prejudicial em qualquer sistema que opere em caráter primário ou secundário, a Agência Nacional de Telecomunicações (2017) determina que o funcionamento deste equipamento seja cessado imediatamente até a remoção da causa da interferência.

Segundo Pizzetti (2017), o alcance de leitura é a distância que a tag deve estar em relação à antena para que seja possível ler as informações armazenadas

em seu chip. Essa distância pode variar de centímetros a dezenas de metros dependendo da frequência adotada, sensibilidade direcional da antena e potência de saída. Alguns destes dados podem ser vistos na tabela 2.

Tabela 2 – Limites Gerais de Emissão

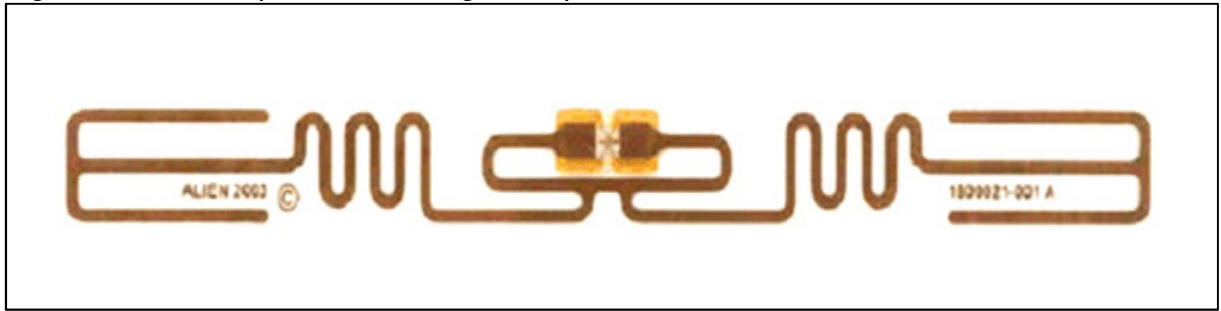
Faixa de radiofrequências (MHz, onde não especificado)	Intensidade de campo (microvolt por metro)	Distância da Medida (metro)
9-490 kHz	$2.400/f(\text{kHz})$	300
490-1705 kHz	$24.000/f(\text{kHz})$	30
1,705-30	30	30
30-88	100	3
88-216	150	3
216-960	200	3
Acima de 960	500	3

Fonte: Agência Nacional de Telecomunicações (2017).

Ainda segundo Pizzetti (2017), a tecnologia HF é usada para aplicações de curta distância, podendo ser lida a uma distância de até três metros. A tecnologia UHF proporciona uma distância de 20 metros ou mais. Sobre a distância, outro fator que influencia bastante é o ambiente físico envolvido, especialmente presença de metais e líquidos, estes podem causar interferências que afetam distância e desempenho. Por isso pode acontecer de nas mesmas dependências e com os mesmos sistemas, estes podem funcionar com alcances diferentes.

Logo no início de sua utilização, havia uma ideia errada de que o RFID era uma solução fechada e fraca em relação à padrões. Nos dias de hoje, inúmeros padrões garantem aplicações e frequências diversificadas, como por exemplo, os padrões de RFID para cartões de embarque, gestão de itens, identificação de animais e várias outras soluções.

Figura 11 – Exemplo de uma tag UHF passiva



Fonte: O status (2016).

De acordo com o site da *National Instruments*, O status (2016), a figura 11 exibe uma tag UHF passiva típica. Uma das vantagens da utilização de um sistema RFID operando em UHF, é sua maior distância de leitura. Com o alcance de aproximadamente 300 cm, por exemplo, é possível ter um leitor em cada lado de uma porta e realizar a leitura da tag conforme ela percorre a passagem. Além disto, outro motivo pelo qual as empresas focam no UHF é o fato de que as tags passivas são de baixo custo.

Quanto às desvantagens, O status (2016) também operando nesta frequência, os sinais são refletidos por materiais metálicos, absorvidos em ambientes com muita concentração de água e possuem pontos nulos dentro do campo de leitura. O desempenho alcançado com esta frequência está abaixo do perfeito.

Ainda segundo O status (2016), uma tag de 13,56 MHz, contornaria o problema de interferências, porém a aplicação esbarraria no problema de que uma tag nesta frequência possui distância de leitura de no máximo 91cm.

Há cerca de 5 anos, o protocolo ISO 18000-6 e o protocolo EPC competiam e estavam em desacordo um com o outro. Ainda baseado na publicação O status (2016), O EPC foi fundado por usuários finais que buscavam uma tag barata e um protocolo que a suportasse. Já o ISO 18000-6 foi apoiado por vendedores que não necessariamente queriam uma tag barata, mas que simplesmente pudessem inserir o código de produto eletrônico em tags.

Tabela 3 – Comparação dos padrões RFID

	Interface aérea	EPC	Taxa de transferência	Arbitragem	Frequência MHz	Segurança
EPCglobal Gen2	PIE-ASK Miller, FMO	96, 256b	40/640 kb/s	Probabilistic slotted	860-930	32-bit kill, access
AutoID Class 0	PWM FSK	64, 96b	40/80 kb/s	Deterministic binary tree	860-931	24-bit kill
AutoID Class 1	PWM PIM	64, 96b	70/140 kb/s	Deterministic slotted	860-932	8-bit kill
ISO 18000-6 Type A	PIE-ASK FMO	Não definido	33/40 kb/s	Probabilistic slotted	860-933	none
ISO 18000-6 Type B	M-ASK FMO	Não definido	8/40 kb/s	Probabilistic binary tree	860-934	none

Fonte: O status (2016).

Na tabela 3, é possível acompanhar o surgimento da fusão destes dois protocolos, o padrão chamado EPCglobal Gen2 que é composto do melhor do ISO 18000-6 e o melhor do EPC Gen 1 formando o protocolo UHF mais avançado já desenvolvido.

De forma resumida, o protocolo EPC Gen2, segundo O status (2016), foi projetado para desempenho otimizado. Ele opera em uma banda de 860 a 930 MHz, permitindo assim que funcione em todo o mundo. Quanto ao modo de leitura, é possível implementar até 50 leitores em uma mesma área. De toda forma, um contra deste protocolo é que, por exemplo, se você colocar mais de dois leitores em portas adjacentes uma a outra, você terá dificuldades para fazê-los funcionar, de forma que terá que desligá-los e ligá-los em sequência ou você terá que proteger um do outro, isto porque as ondas UHF estariam se interferindo mutuamente.

Falando ainda sobre o protocolo EPC Gen2, segundo O status (2016), o algoritmo “Q” permite a singularidade das tags mesmo que elas tenham o mesmo ID provido por um sistema para gerar IDs únicos para as tags, e então o leitor lê este ID único e o utiliza para singularizá-las. Outra novidade do Gen2 são as “sessões”, que permitem que dois leitores se comuniquem com as tags, assim evitando que um leitor anule o processo de outro.

3 TECNOLOGIAS, LINGUAGENS E RECURSOS

Este capítulo visa trazer uma rápida revisão acerca das principais tecnologias, linguagens e recursos utilizados no trabalho. Detalhes aprofundados serão tratados no capítulo dedicado ao protótipo onde poderá ser aplicado dentro do contexto.

3.1 IONIC

Dentro do cenário de constantes mudanças na tecnologia, o desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis nunca esteve tão em alta. Junto a estes avanços também há a situação de que os próprios dispositivos móveis evoluem em uma velocidade cada vez maior, surgindo a todo tempo novas versões em diferentes sistemas operacionais.

Uma das preocupações que é preciso ter ao desenvolver para aplicativos móveis é o retrabalho. É neste sentido que o Ionic contribui de forma fantástica através de sua tecnologia híbrida. Como Gomide (2018) esclarece, o Ionic não entra com a proposta de uma nova linguagem. Ele utiliza as linguagens nativas da *web*, como por exemplo HTML, CSS e *JavaScript*, para o desenvolvimento de aplicações e atua principalmente na camada de *WebView*, que resumidamente pode ser definida como um navegador sem barra de endereços. Quanto ao acesso de recursos nativos dos dispositivos como conexão *bluetooth*, câmeras, GPS e bateria, por exemplo, é feito através de *plugins* desenvolvidos com código nativo.

A nível de desenvolvimento, Gomide (2018) também aponta que não é necessário a utilização de *JavaScript* puro para a codificação. A partir da versão 3 do Ionic é utilizado o Angular, mantida por colaboradores da *Google*, é uma plataforma de desenvolvimento que utiliza a linguagem de programação *TypeScript*, criada pela *Microsoft*.

É demonstrado na figura 12 um fragmento de código em *TypeScript* que compõe a aplicação *mobile* do protótipo apresentado neste trabalho. Neste trecho de código é iniciado a conexão com o leitor RFID através da conexão *bluetooth*. Dado o fato de que este trabalho apresenta um protótipo, o endereço do leitor é definido já no código fonte. Ao iniciar a aplicação, é neste endereço que será tentada a conexão entre dispositivo celular e leitor.

Figura 12 – Fragmento de código em *TypeScript*

```

1  import {Injectable} from '@angular/core';
2  import {BluetoothSerial} from "@ionic-native/bluetooth-serial";
3
4  @Injectable()
5  export class Dotr_900Provider {
6
7      private _packet = '';
8
9      // Endereço MAC do Leitor
10     public leitor = "00:18:9A:25:BB:C8";
11
12     constructor(private bluetooth: BluetoothSerial) {}
13
14     public conectar() {
15         return this.bluetooth.connect(this.leitor);
16     }
17

```

Fonte: Pesquisador (2018).

3.2 PHP

A linguagem de programação PHP é uma linguagem dita *server side*, que roda do lado do servidor a fim de gerar páginas dinâmicas. É gratuita e pode ser utilizada amplamente.

De acordo com Snege (2018), esta linguagem é considerada uma linguagem de domínio específico, que tem como objetivo principal o desenvolvimento de aplicações para a web. Algumas características do PHP são a velocidade e robustez, orientação a objetos, portabilidade, tipagem dinâmica, sintaxe similar ao C, C++ e Perl, o fato de estar sob licença de código aberto e rodar do diretamente no servidor.

Inicialmente a linguagem suportava apenas programação estruturada, no entanto, conforme pontuado por Leoni (2015) a linguagem passou por constantes modificações, amadurecimentos e melhorias em mais de vinte anos de história. Hoje a linguagem oferece suporte completo a orientação a objetos, o que facilitou o desenvolvimento de *Frameworks* – conjunto de ferramentas que facilitam o desenvolvimento deixam o código mais limpo, e também de CMS – gerenciadores de conteúdo.

É demonstrado na figura 13 um fragmento de código em PHP que compõe a aplicação web do protótipo apresentado neste trabalho. Neste trecho de código está declarada a função buscaTag, ela é responsável por tentar retornar os

dados da etiqueta salvos em banco de dados a partir do código EPC retornado da leitura por RFID.

Figura 13 – Fragmento de código em PHP

```

143
144 ▽    /*
145      *
146      * Verifica / Busca os dados da TAG com base no código EPC
147      *
148      */
149 ▽    function buscaTag($codigo_epc){
150        global $pdo;
151        $query = "SELECT * FROM tags WHERE id_epc = :id_epc";
152
153        $stmt = $pdo->prepare($query);
154        $stmt->bindValue(":id_epc",$codigo_epc);
155        $stmt->execute();
156
157 ▽        if($stmt->rowCount()){
158            $arrTag = $stmt->fetch(PDO::FETCH_ASSOC);
159            return $arrTag;
160        }
161 ▽        else{
162            return false;
163        }
164    }
165

```

Fonte: Pesquisador (2018).

3.3 MYSQL

O *MySQL* é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) que dada a necessidade de cada vez mais armazenar dados com segurança, eficácia e eficiência se mostra como uma ferramenta completa e fácil de ser gerenciada.

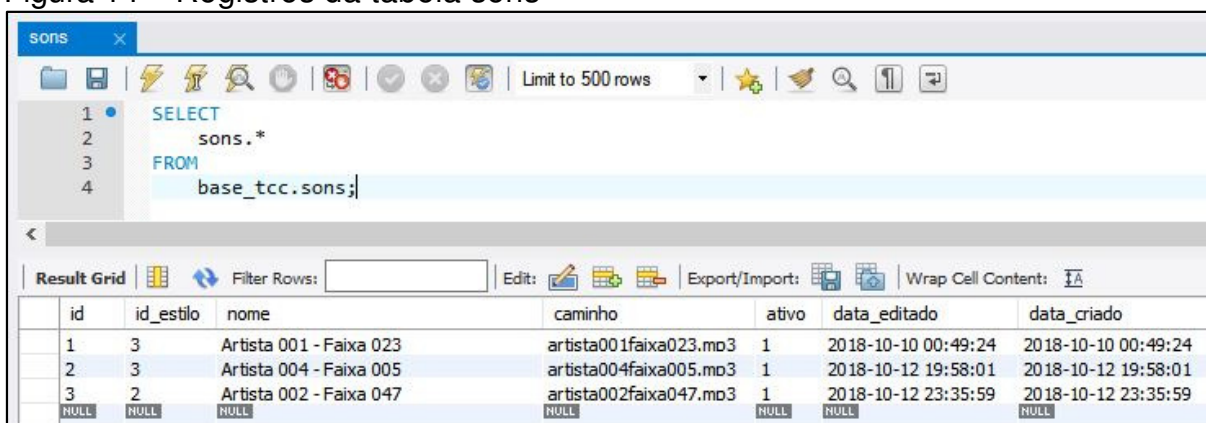
Os SGBDs surgiram na década de 70 e como aponta Ventavoli (2014), são uma coleção de programas que permitem ao usuário definir, construir e manipular o banco de dados em si. Portanto, quando se trata de informação, em especial quando se trata de muita informação, esta está dentro de um banco de dados. E é devido a estes fatores que ter conhecimento sobre banco de dados é primordial para que ele funcione de forma rápida e eficaz.

O banco de dados, também conhecido em meio aos desenvolvedores como base de dados, BD (banco/base de dados) ou DB (*database*), especificamente o *MySQL* é um banco de dados relacional, ou seja, modela os dados em forma de coleções de dados, tabelas, que se relacionam entre si.

Sobre as aplicações de banco de dados, Ventavoli (2014) também aponta que a principal delas é o controle de operações empresariais. Outra aplicação importante é o gerenciamento de dados de estudos, como é o caso de bancos de dados geográficos.

Os principais componentes de um banco de dados relacional são as tabelas, campos e registros. Retratado na figura 14 está um comando em SQL solicitando a seleção de todos os dados da tabela sons no banco de dados base_tcc, onde após a execução retornou nos campos id, id_estilo, nome, caminho, ativo, data_editado e data_criado os registros listados.

Figura 14 – Registros da tabela sons



id	id_estilo	nome	caminho	ativo	data_editado	data_criado
1	3	Artista 001 - Faixa 023	artista001faixa023.mp3	1	2018-10-10 00:49:24	2018-10-10 00:49:24
2	3	Artista 004 - Faixa 005	artista004faixa005.mp3	1	2018-10-12 19:58:01	2018-10-12 19:58:01
3	2	Artista 002 - Faixa 047	artista002faixa047.mp3	1	2018-10-12 23:35:59	2018-10-12 23:35:59
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

Fonte: Pesquisador (2018).

3.4 HTML

Hypertext Markup Language (HTML), como remetido em seu próprio nome é uma Linguagem de Marcação de Hipertexto. Esta linguagem é usada para codificar páginas para a *web* através das marcações no conteúdo. Ferreira (2013) pontua que páginas web podem possuir itens como imagens, títulos, subtítulos, parágrafos, tabelas, listas e uma série de outros conteúdos. Para exibir cada um destes conteúdos, são utilizado os elementos HTML, estes elementos fazem a marcação e definem o tipo de item que está sendo tratado e são chamados de *tags*.

Sobre a utilização de tags, Elis (2011) define como sendo a declaração ao navegador do que é cada informação, como por exemplo, o que é um título, um parágrafo, um formulário, dentre outros. Também é através das marcações HTML que é dito para sites de busca o que é cada elemento da página, desta forma

permitindo ao sistema de buscas saber o que é um parágrafo ou um título, por exemplo.

É demonstrado na figura 15 um fragmento de código em HTML que compõe a aplicação web do protótipo apresentado neste trabalho. Neste trecho de código está declarado o bloco que exibirá dinamicamente a *playlist* gerada pelo *JavaScript* após requisitar os dados ao PHP, que por sua vez consulta o banco de dados. Este processo é detalhado no capítulo 5, Protótipo.

Figura 15 – Fragmento de código em HTML

```

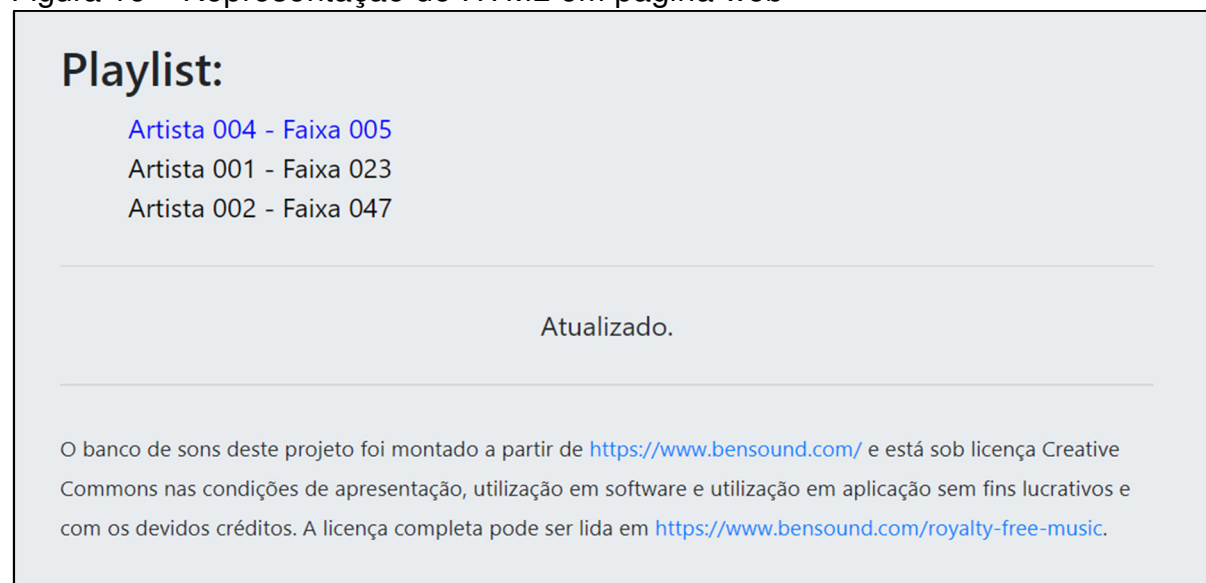
88
89 ▾ <div>
90   <h3>Playlist:</h3>
91 ▾   <ul id="playlist">
92
93   </ul>
94   <hr>
95   <div id="status" align="center"></div>
96   <hr>
97 ▾   <div>
98 ▾     <p>
99       O banco de sons deste projeto foi montado a partir de <a
      href="https://www.bensound.com/" target="_blank">https://www.bensound.com/</a> e está
      sob licença Creative Commons nas condições de apresentação, utilização em software e
      utilização em aplicação sem fins lucrativos e com os devidos créditos. A licença
      completa pode ser lida em <a href="https://www.bensound.com/royalty-free-music"
      target="_blank">https://www.bensound.com/royalty-free-music</a>.
100     </p>
101   </div>
102 </div>
103

```

Fonte: Pesquisador (2018).

Já através do navegador e dentro do contexto da aplicação, é possível visualizar o resultado do código demonstrado na figura 15 através da figura 16.

Figura 16 – Representação do HTML em página web



Fonte: Pesquisador (2018).

3.5 JAVASCRIPT

JavaScript é uma das linguagens de programação base para o desenvolvimento de páginas *web*. Grande parte da responsabilidade por hoje existir páginas com conteúdo dinâmico e atualizações sem redirecionamento é desta linguagem.

Sobre as características da linguagem, Biffi (2018) cita três em especial, primeiramente a alta performance, não é uma linguagem que requer um consumo excessivo de memória do computador, ou seja, possibilita criar diversos scripts sem exigir muito da máquina. O fato de a linguagem ser multiplataforma também é citado, isto significa que a linguagem não é restrita a um único sistema ou plataforma. Por último, é uma linguagem multiparadigma, ou seja, é uma linguagem que suporta diversos estilos de programação, como por exemplo a programação imperativa ou funcional, a programação orientada a objetos ou eventos e também baseada em protótipos.

É demonstrado na figura 17 um fragmento de código em *JavaScript* que compõe a aplicação web do protótipo apresentado neste trabalho. Neste trecho de código está declarada a função *player*, ela é chamada logo no carregamento da página e é responsável por iniciar a reprodução com o primeiro item da *playlist* e em seguida criar um evento de escuta que será responsável por iniciar o próximo som assim que o som que estiver reproduzindo chegar ao final.

Figura 17 – Fragmento de código em JavaScript.

```

118
119 ▽ function player() {
120     var somAtual = 0;
121
122     $("#player")[0].src = $("#playlist li a")[0];
123     $("#player")[0].play();
124
125 ▽     $("#player")[0].addEventListener("ended", function () {
126         somAtual++;
127         if (somAtual == $("#playlist li a").length)
128             somAtual = 0;
129         $("#playlist li").removeClass("reproduzindo");
130         $("#playlist li:eq(" + somAtual + ")").addClass("reproduzindo");
131         $("#player")[0].src = $("#playlist li a")[somAtual].href;
132         $("#player")[0].play();
133     });
134 }
135
136

```

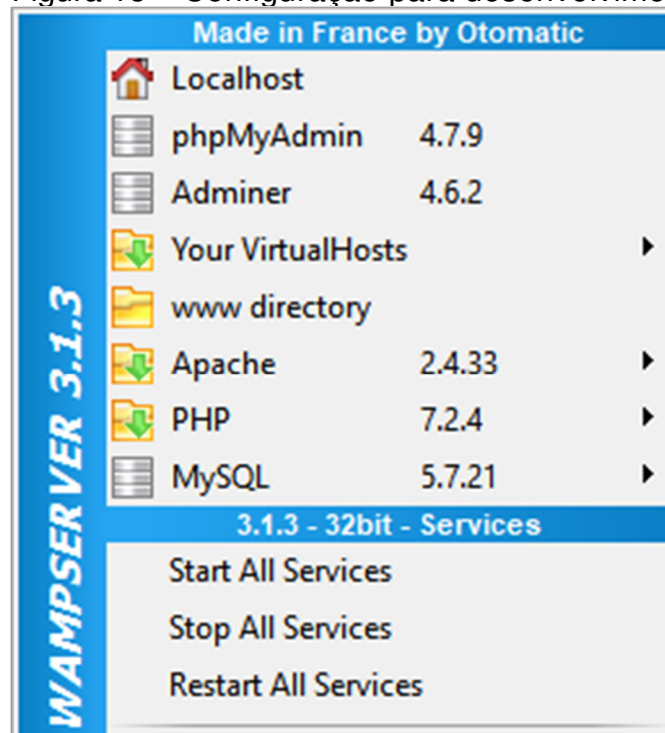
Fonte: Pesquisador (2018).

3.6 WAMP

Também conhecido como *WampServer*, é um pacote de softwares livres de código aberto que viabiliza a criação de um ambiente de desenvolvimento web de forma rápida e fácil no *Windows*. De acordo com o próprio site dos desenvolvedores, Bourdon (2018) é relacionado as ferramentas básicas contidas no pacote, como por exemplo Apache2, PHP e MySQL.

É demonstrado na figura 18 uma captura de tela da configuração das aplicações providas pelo WAMP utilizadas no desenvolvimento do protótipo apresentado neste trabalho. Destaca-se então, o Apache em sua versão 2.4.33, o PHP em sua versão 7.2.4 e o MySQL em sua versão 5.7.21.

Figura 18 – Configuração para desenvolvimento



Fonte: Pesquisador (2018).

Também conhecido como HTTP *Daemon Apache* ou *Servidor Apache*, o Apache é um servidor web livre criado em 1995 por Rob McCool. De acordo com Marcelo (2005), o servidor Apache é um dos softwares mais utilizados no mundo e o define como sendo um dos mais robustos e seguros quando contextualizado no ambiente TCP/IP.

3.7 MÚSICAS E SONS

Introduzindo sons e músicas ao contexto deste trabalho, Alpert e Alpert (1991) revelam que além de propiciar a recordação de produtos ou anúncios por meio de uma imagem assimilada à lembrança, pode também permitir gerar sentimentos, emoções ou comportamentos. Ou seja, uma ferramenta útil para a persuasão.

Sobre a relação da percepção dos consumidores acerca de uma marca, Lindstrom (2012) afirma que 41% dos consumidores têm suas percepções sobre uma marca baseadas pelo intermédio da sonoridade.

Utilizar os sentidos sensoriais do ser humano, em especial a audição, pode ser considerada uma estratégia de divulgação e fixação de uma marca na lembrança dos consumidores. No entanto, esta estratégia ainda é pouco explorada, ou, ainda é pouco explorada aplicada a situação apresentada. Segundo o Congresso de Ciências da Comunicação na Região Sul (2016), emoções influenciam não só em compras de produtos, mas também na criação de vínculo afetivo com a marca. Complementando, afirma que este é um importante diferencial percebido pelo mercado e permite criar laços, experiências positivas e que ficam marcadas na memória.

De acordo com Juslin e Laukka (2010), existem diversas formas diferentes de definir as emoções, porém grande parte dos pesquisadores na área concordariam que emoções podem ser encaradas, de forma relativa, como breves e intensas reações para alterações de metas relevantes no ambiente, que consistem em componentes como a avaliação cognitiva, usada para avaliar situações de perigo, como o sentimento subjetivo, o conhecido sentimento de medo, a excitação fisiológica, quando os batimentos cardíacos aumentam a frequência, as expressões emocionais, como por exemplo um chamado de socorro, entre muitas outras.

Tomando como base a relação da reação às emoções e a geração de emoção baseada no sentido sensorial da audição, é possível perceber a relação da reprodução de sons com reações diretamente ligadas.

4 TRABALHOS CORRELATOS

Este capítulo apresenta trabalhos que foram tomados como base para as pesquisas e desenvolvimento do protótipo apresentado neste trabalho. Durante as pesquisas não foram identificadas obras que correlacionassem totalmente à proposta deste trabalho. Desta forma, as obras aqui relacionadas são parcialmente ligadas a este trabalho e complementam-se entre si, permitindo a formação de base para nortear o ponto de partida para as pesquisas e para a construção do protótipo.

Na monografia intitulada de *Software – Um projeto com RFID: Sistema de gerenciamento e controle patrimonial*, Junior (2016) propõe um *software* que permite gerenciar patrimônios com foco em agilizar processos que consomem muitos recursos quando feitos manualmente. Para a composição do *hardware* o projeto utiliza uma antena RFID integrada à uma placa NodeMCU que permite a comunicação com um *webservice*. Para consultas, saídas e entradas de materiais no estoque, definição das regras de negócio, segurança e autenticação, foi desenvolvido um software em linguagem .NET C#. Para a modelagem da estrutura dos dados, armazenamento, relacionamentos e controle do fluxo dos dados foi utilizado o banco de dados MySQL. Também foi desenvolvido um aplicativo para sistemas Android com as principais funções do sistema utilizando o Cordova *Framework*.

No artigo a aplicação da tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) para controle de bens patrimoniais pela web, Narciso (2008) revela um caso de estudo da Embrapa Informática Agropecuária que utiliza a RFID como apoio para o controle de bens patrimoniais, desta forma evitando roubos. Como parte deste estudo foi feito um comparativo entre o sistema da tecnologia de RFID e o sistema de código de barras que pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4 – Características do RFID e Código de barras

Características	RFID	Código de Barras
Resistência Mecânica	Alta	Baixa
Formatos	Variados	Etiquetas
Exige Contato Visual	Não	Sim
Vida útil	Alta	Baixa
Possibilidade de Escrita	Sim	Não
Leitura Simultânea	Sim	Não
Dados Armazenados	Alta	Baixa
Funções Adicionais	Sim	Não
Segurança	Alta	Baixa
Custo Inicial	Alto	Baixo
Custo de Manutenção	Baixo	Alto
Reutilização	Sim	Não

Fonte: Narciso (2008).

Narciso (2008), ainda relata em sua conclusão que a tendência da tecnologia de RFID e suas possibilidades é de crescer com o passar do tempo. Em contrapartida, também alerta quando à implantação da tecnologia, pois esta deve ser feita com cautela e de forma alinhada às prioridades no processo de negócio.

No trabalho de conclusão de curso do MBA em Gerência em Sistemas Logísticos intitulado RFID aplicado no Supply Chain Management, Rosa (2012) revela vários casos de aplicação da RFID na gestão da cadeia de suprimentos. É apresentado estudos de casos de um fluxo de abastecimento de uma rede de varejo, onde é apontado a questão de custos na aplicação de um modelo de monitoramento RFID. Outro estudo de caso apresentado é o de controle e rastreamento de roupas utilizadas no processo cirúrgico pelo paciente através da RFID, permitindo saber, por exemplo, qual setor do hospital demanda maior quantidade de roupas hospitalares e rastrear possíveis materiais metálicos perdidos durante os processos cirúrgicos.

Outro ponto observado por Rosa (2012) é referente à constatação do avanço da tecnologia para o rastreamento via RFID no mercado agropecuário, permitindo o rastreio do rebanho, resumo quantitativo do rebanho a fim de permitir o acompanhamento do crescimento, mortes, viroses, furtos e conseguindo também separar por lotes e analisar qual percurso está sendo tomado para cada caso.

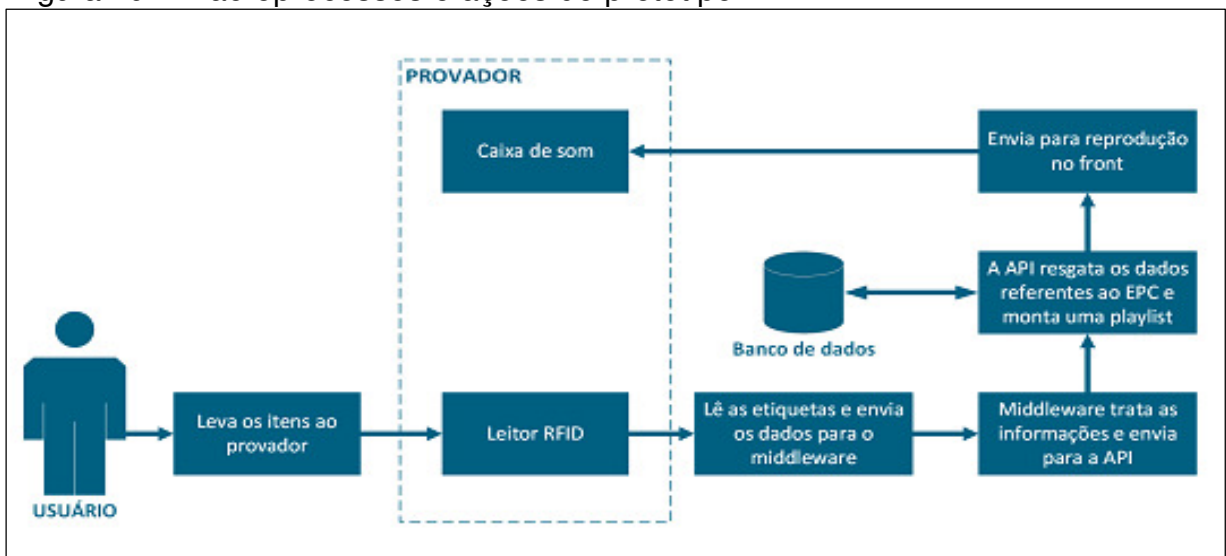
Quanto ao custo de sistemas que utilizam RFID, Rosa (2012) afirma que ao contrário do que muitas pessoas pensam, o custo não é elevado, porém o resultado às vezes não é imediato. Em termos de retorno, após a confiabilidade do

processo o corte de custos pode ser significativo, sendo ele com maquinário, com o quadro de funcionários, com o custo de manutenção ou com programas paralelos. Estes são alguns dos trabalhos que permitiram aprimorar os conhecimentos na área, facilitando o desenvolvimento do protótipo e ponderando nas escolhas das tecnologias, linguagens e recursos utilizados.

5 PROTÓTIPO

Apresentando como finalidade o apoio a experiência de usuários de uma rede de varejo têxtil, o protótipo busca demonstrar a utilização da tecnologia de RFID para a identificação de itens de vestuário e associação a um padrão de áudio de acordo com o mapa de sons de estilos pré-classificados. A figura 19 ilustra este cenário.

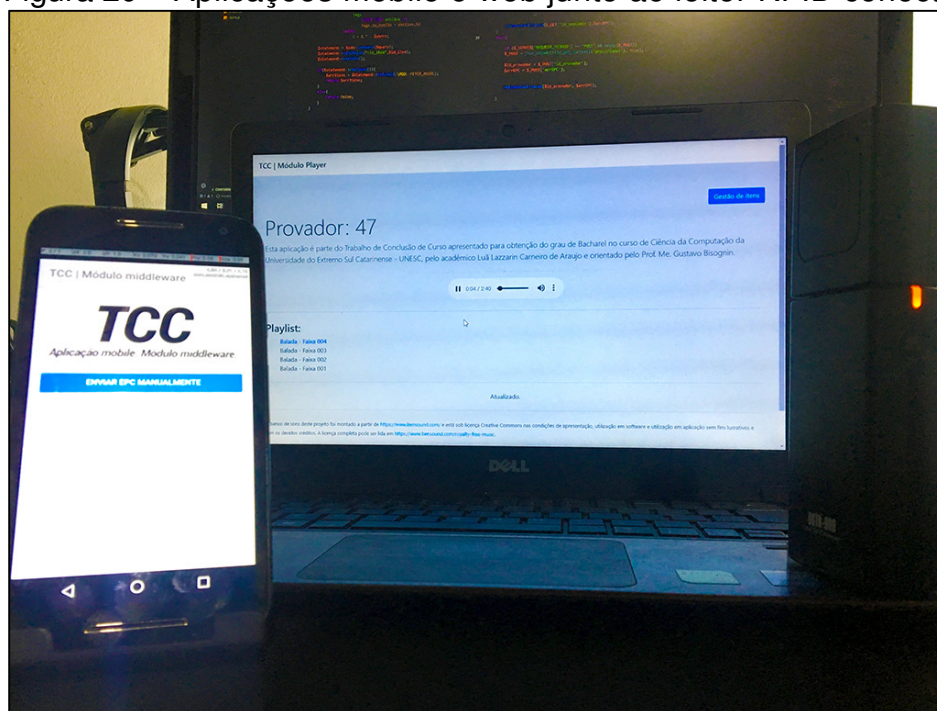
Figura 19 – Macroprocessos e ações do protótipo



Fonte: Pesquisador (2018).

Nos capítulos iniciais foram feitas algumas revisões acerca da tecnologia RFID e tecnologias que a antecederam, assim como uma análise de seus componentes, suas funcionalidades e como eles se comportam. Também foi apresentado uma rápida revisão acerca das principais tecnologias, linguagens e recursos utilizados no trabalho. Neste capítulo será abordado o processo de desenvolvimento do protótipo e nas próximas subseções é descrito o processo de extração dos requisitos, a formação do protótipo e detalhes sobre a implementação e codificação. O resultado final pode ser observado na figura 20.

Figura 20 – Aplicações mobile e web junto ao leitor RFID conectado



Fonte: Pesquisador (2018).

5.1 EXTRAÇÃO DOS REQUISITOS

Como descrito na introdução deste trabalho, apesar de o mercado têxtil estar em recuperação e aquecido, é possível maximizar ainda mais os resultados com investimento em TI. Com o patamar de exigências elevado, a solução descrita neste trabalho utiliza a RFID para gerar experiência e diferenciais estratégicos no setor de varejo. Neste sentido, Pizzetti (2017), afirma que considerando o uso da tecnologia para aumentar a visibilidade dos produtos e automatizar tarefas manuais, os varejistas podem melhorar a experiência de compra e aumentar as vendas em até 19%.

A solução é composta por uma aplicação *mobile* responsável por desempenhar a função de *middleware* e por fazer a ponte entre o leitor RFID e a aplicação web. A aplicação web desempenha o papel da *Application Programming Interface* (API), uma Interface de Programação de Aplicações que permite a integração com outros sistemas e faz as devidas conexões ao banco, retornando uma playlist para o reprodutor de mídia.

Sobre a interoperabilidade, Comer (2016) revela que o termo se refere à capacidade de duas ou mais entidades de comunicar-se. A partir do momento que

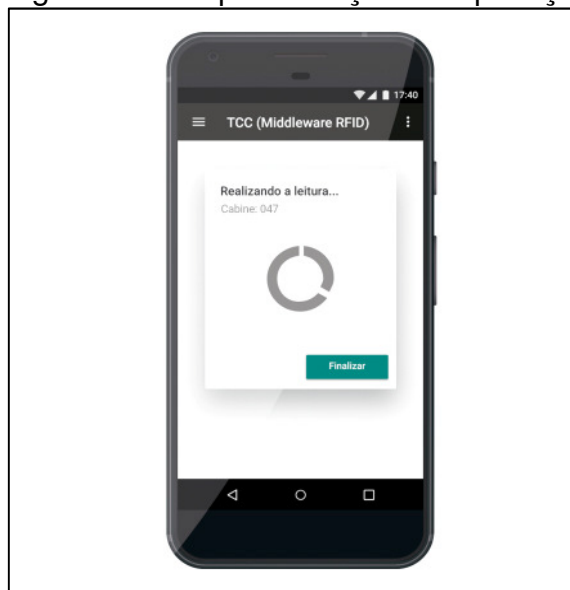
estas entidades conseguem se comunicar sem desentendimento, ou seja, ocorre o envio e recebimento da informação sem distorções, elas interoperam corretamente. Dentro deste contexto, é possível afirmar que as aplicações desenvolvidas para a composição deste protótipo interoperam corretamente.

A nível de *hardware* necessário, foram utilizados para desenvolvimento das soluções um notebook com processador Intel Core i7-5500, 8GB de RAM e sistema operacional Windows 10 Home. Um celular Motorola Moto G (3ª Geração) com o Android na versão 6.0 faz o suporte à aplicação *mobile* e à conexão com o leitor RFID Acura DOTR-900.

5.2 IMPLEMENTAÇÃO E CODIFICAÇÃO

Nesta subseção são tratados os assuntos referentes a implementação do código fonte. A fim de facilitar o entendimento, o desenvolvimento do protótipo pode ser dividido em dois momentos principais, aqui tratados nas subseções Aplicação *mobile* e Aplicação *web*. Como requisito, a aplicação *mobile*, representada na figura 21, será responsável por desempenhar o papel de *middleware*, conectando o leitor RFID através da conexão bluetooth, recebendo os dados de identificação da etiqueta, montando o código EPC e transmitindo para a aplicação *web*.

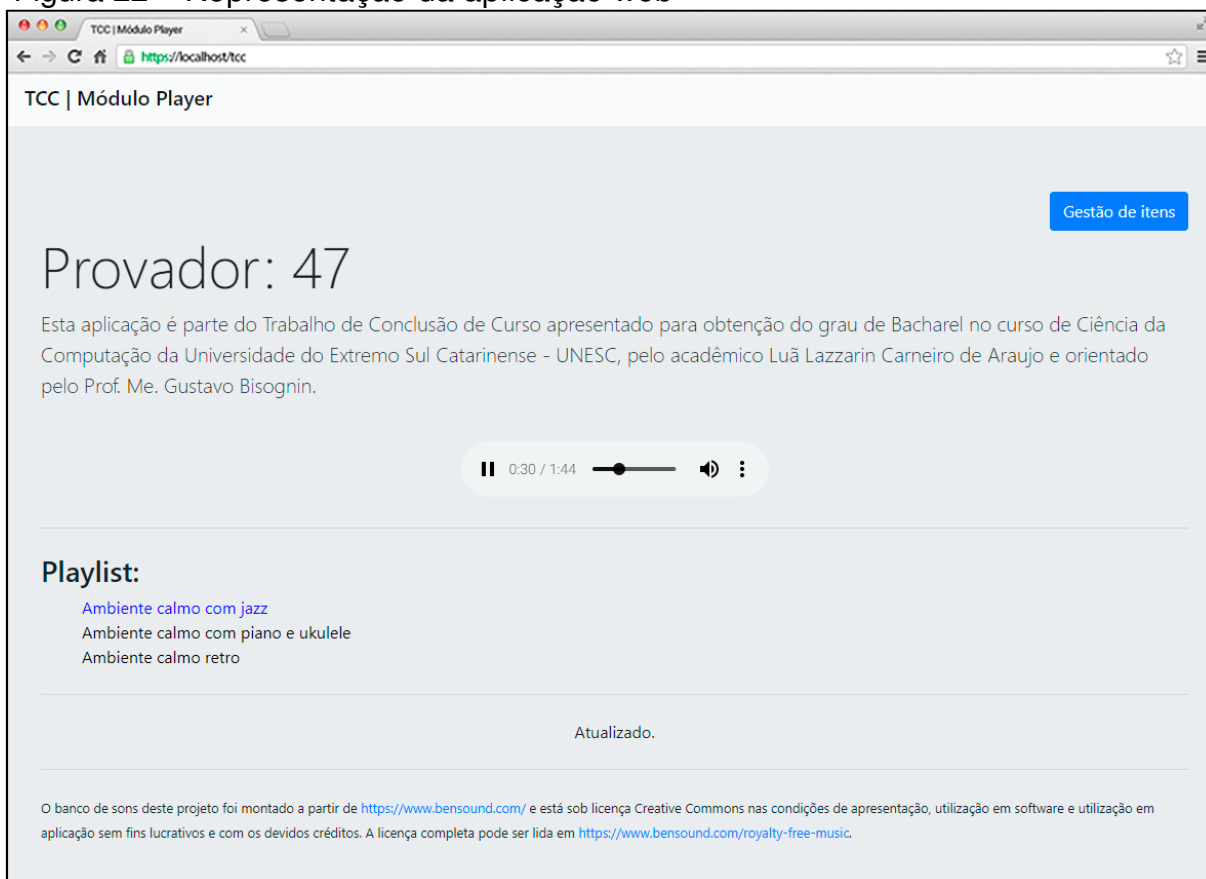
Figura 21 – Representação da aplicação mobile



Fonte: Pesquisador (2018).

Quanto a aplicação web representada na figura 22, esta recebe os códigos EPCs encaminhados pela aplicação *mobile* e faz a conexão com o banco de dados verificando se código EPC está cadastrado no sistema.

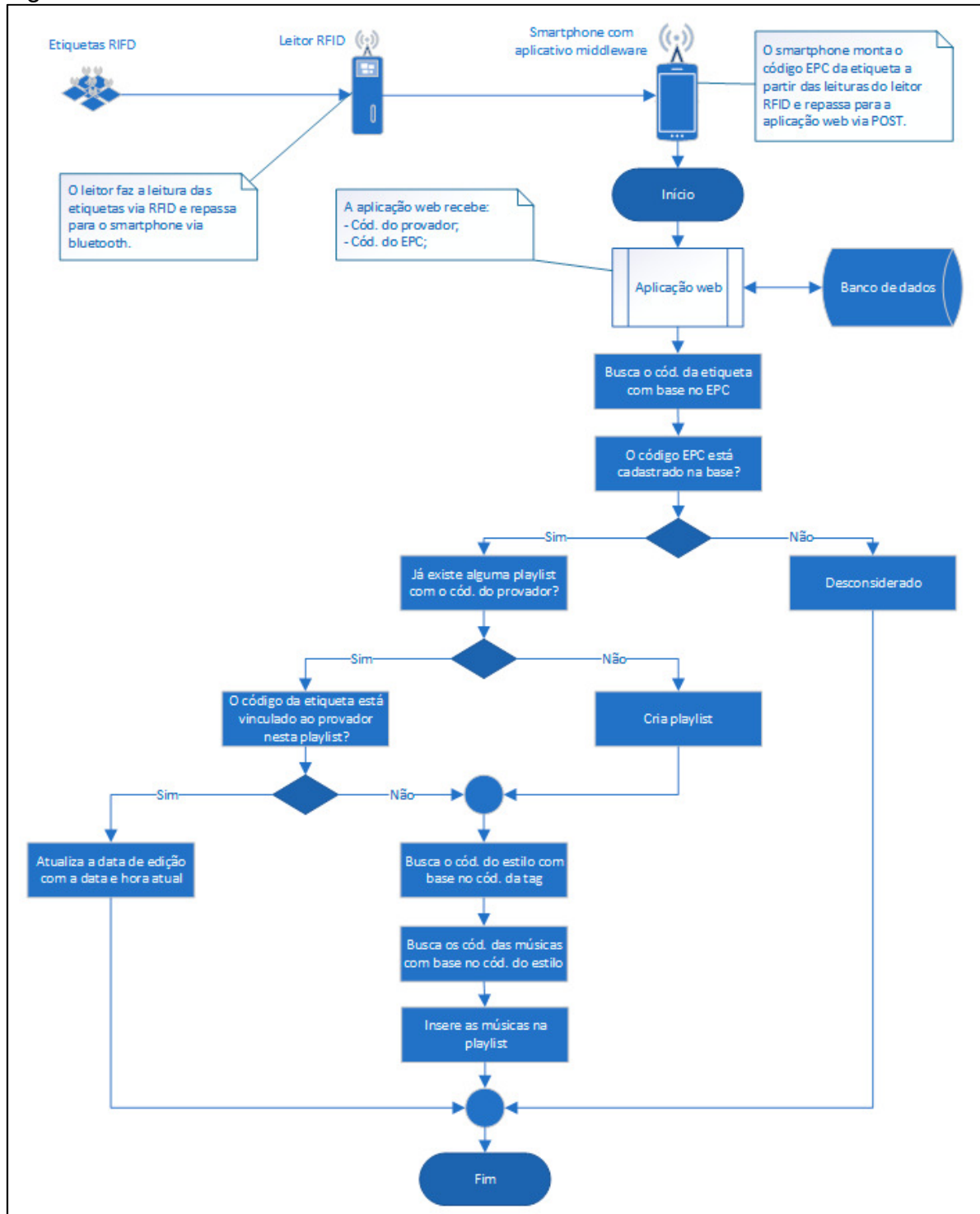
Figura 22 – Representação da aplicação web



Fonte: Pesquisador (2018).

Uma vez validado que o código EPC está cadastrado na base, é então verificado se já existe uma *playlist* criada para o provedor que originou a requisição. Caso exista, verifica se o código EPC que está entrando já tem seu registro referenciado na *playlist*. Caso tenha, é então atualizado o campo de data e hora de edição para o horário atual. Em caso de o código EPC ainda não estar referenciado na *playlist*, é então feita a busca do seu estilo, a busca dos sons associados à este estilo e então inseridos na *playlist*. Em caso de inexistência da *playlist* para o provedor de origem, é então criada uma *playlist*. Os demais passos seguem da mesma forma. Este processo pode ser analisado na figura 23, Rotina de leitura.

Figura 23 – Rotina de leitura

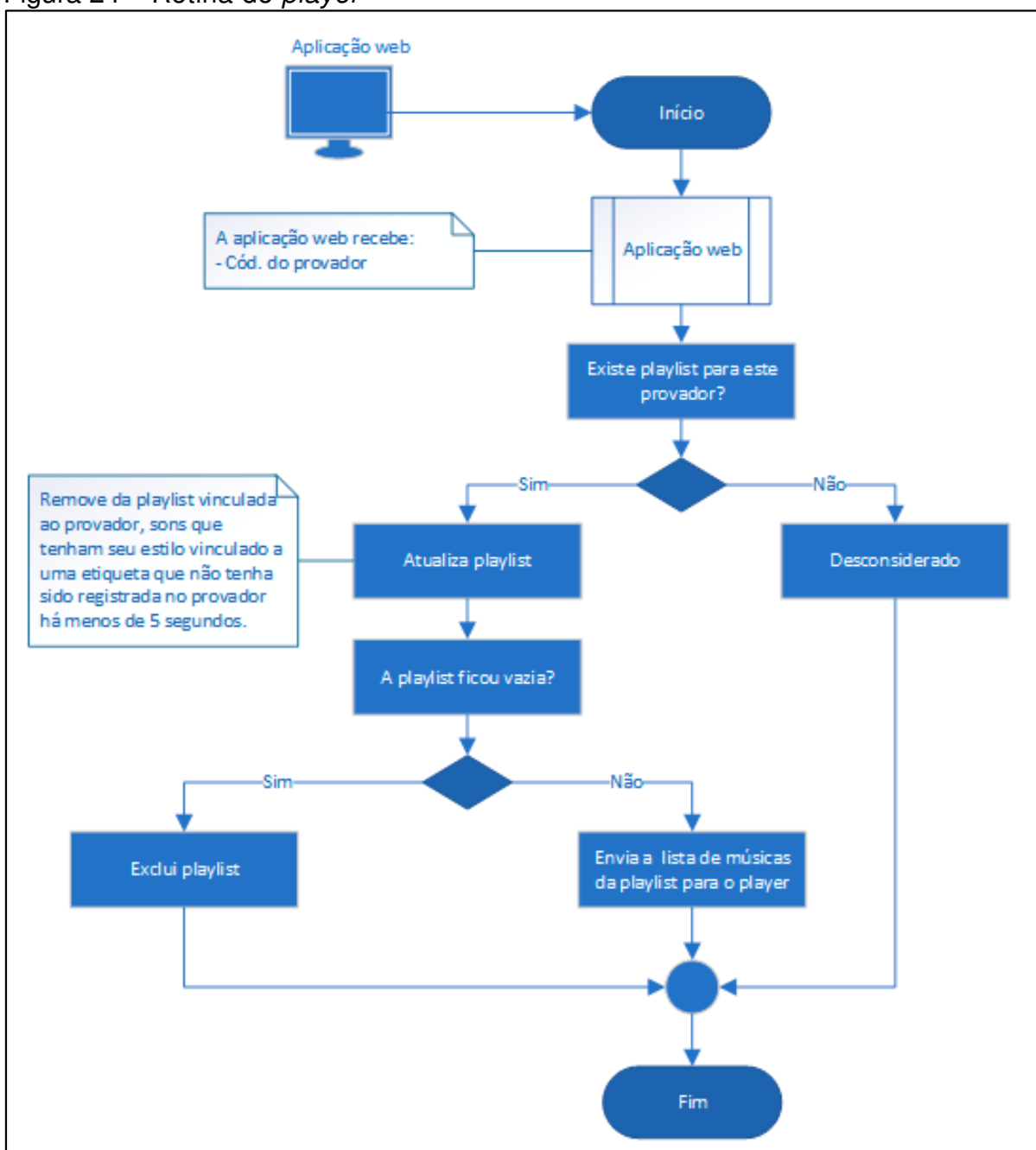


Fonte: Pesquisador (2018).

Uma vez que as peças deixam o provador, o leitor RFID deixa de ler as etiquetas. Desta forma o retorno do *middleware* não mais conterá a identificação EPC das peças antes presentes. Por sua vez, a aplicação web agora em sua rotina de reprodução, verificará que o código EPC das peças não mais presentes não tiveram seu registro atualizado na base. Como sequência da rotina, remove da

playlist os sons que não tiveram sua checagem de presença atualizada há menos de cinco segundos. Em seguida dispara as verificações para saber se há outras peças ainda presentes e se o estilo do som que está reproduzindo é o mesmo da peça que por ventura tenha saído do provador. Caso os estilos coincidam, o som continua sendo reproduzido e é removido após terminar. Caso não, remove os registros equivalentes da *playlist*. Este processo é ilustrado na figura 24, rotina do *player*.

Figura 24 – Rotina do *player*



Fonte: Pesquisador (2018).

5.2.1 Aplicação mobile

Para desenvolvimento da solução *mobile*, foi utilizado o *Integrated Development Environment* (IDE), Ambiente de Desenvolvimento Integrado, *Microsoft Visual Studio Code* e como linguagem de programação foi adotado o *TypeScript* junto ao *framework* Ionic.

A aplicação mobile é composta por quatro frentes de trabalho, a conexão bluetooth com o leitor RFID, o recebimento dos dados do leitor RFID, o envio dos dados para web e o módulo de teste. Seu início se dá já com a tentativa de conexão *bluetooth* com o leitor, que tem sua identificação definida em código fonte, detalhes sobre a definição do endereçamento descritos na seção 6.2, Limitações. Em caso de falha na conexão, a aplicação ficará tentando conexão com intervalo de dez segundos entre uma tentativa e outra.

Ao conectar ao leitor, esta já inicia a leitura das etiquetas RFID e vai montando os códigos EPC de cada etiqueta. Em função do fluxo de leitura do leitor RFID ser muito alto, a aplicação acumula os códigos EPC lidos e faz o envio em lote para a aplicação web a cada cinco segundos.

Quanto ao módulo de testes, este foi desenvolvido a partir da identificação da necessidade de testes acerca da forma de comunicação entre a aplicação mobile e web. Este módulo permitiu testar, corrigir e validar a comunicação. Detalhes sobre esta operação, motivos que levaram ao desenvolvimento e solução, estão descritos na subseção 6.1, testes funcionais.

5.2.2 Aplicação web

Para desenvolvimento da solução *web*, foi utilizado o editor de textos *Brackets*. As linguagens de programação foram PHP e *JavaScript*, a linguagem de marcação foi o HTML junto com a linguagem de folha de estilos CSS. Foram utilizadas também as bibliotecas *Bootstrap* e *jQuery* a fim de deixar o *layout* um pouco mais amigável e prover recursos para o reprodutor de áudio.

O banco de dados escolhido foi o MySQL implementado através da ferramenta *MySQL Workbench* com a linguagem de consulta estruturada SQL.

A aplicação web é composta por três frentes de trabalho. O *player* é responsável por reproduzir os sons vinculados a determinada *playlist* e é a porta de entrada para a aplicação no ambiente *web*. O que é tratado neste trabalho como *core*, desempenha a função de API permitindo que o sistema receba as informações da aplicação *mobile*, de sistemas terceiros ou do *player* propriamente dito e a Gestão de itens, que permite a criação, edição ou exclusão dos itens cadastrados no sistema.

Para o desenvolvimento do *player* foi utilizado HTML5 a fim de permitir a manipulação do player de forma nativa através de *JavaScript*. A fim de melhorar o design da aplicação, foi utilizada a biblioteca *Bootstrap*.

A utilização do *player* consiste em carregar a página inicial do sistema, esta se encarrega de verificar constantemente a atualização da *playlist* para o provador configurado, tratado e travado em caráter de protótipo ao ID 47. São regras de negócio desta rotina a busca constante dos dados da *playlist*, impedir que um som em reprodução seja excluído (salvo se não houverem outros sons na *playlist*), permitir a atualização da *playlist* sem interferir no som que está reproduzindo e permitir parar a reprodução ao identificar que não existe mais uma *playlist* para este provador, caracterizado pelo fato de todas as peças terem saído do provador, conseqüentemente implicando na ausência do envio dos códigos EPC equivalentes, que por sua vez não atualizou as informações da *playlist*, causando a remoção dos sons da *playlist* e na sequência da própria *playlist*.

Quanto a utilização do *core* do sistema, ela pode ser feita de três formas. Via requisição do *player*, nesta forma atualizando a *playlist* e removendo os sons vinculados à itens que não tiveram seus registros atualizados há menos de cinco segundos e na sequência devolvendo uma lista de sons referentes aos itens que estão sob leitura dentro do provador. Via requisição da aplicação *mobile*, nesta forma recebendo o ID do provador e uma listagem de códigos EPC lidos dentro do intervalo de cinco segundos, disparando então a rotina de atualização dos códigos já lidos, ou da inserção na *playlist* dos sons que ainda não haviam sido registrados para este provador. Por último, há a opção ainda da requisição via integração, onde

o core permite que sejam enviados os parâmetros de *identity* (ID), identidade da cabine de prova e do EPC via GET¹.

Sobre a gestão dos itens, esta permite fazer o controle de cadastro, edição e exclusão dos itens e seus respectivos códigos EPC, assim como do estilo vinculado e descrição do item. Em caráter de protótipo, algumas validações de consistência não estão aplicadas aqui.

Alguns percalços enfrentados durante as etapas de desenvolvimento desta aplicação fugiram dos objetivos deste trabalho e foram devidamente documentados na subseção 6.2, limitações.

5.2.3 Banco de dados e o mapa de sons

Dentro do contexto deste trabalho, fica definido que a expressão “mapa de sons”, é o vínculo expressamente dito entre o estilo de um item atribuído a uma tag RFID e o estilo de som correlacionado, utilizando os recursos de comunicação e banco de dados relacionais.

Segundo a descrição para banco de dados da Amazon (2018), bancos de dados são coleções de dados com uma relação predefinida entre si. Neto (2011), revela de forma mais aprofundada, que um banco de dados relacional armazena os dados em tabelas. Estas tabelas são estruturadas em colunas, onde cada coluna armazena um tipo específico de dados (inteiro, números reais, *strings* de caracteres, datas, etc.) e as linhas representam os dados de uma simples “instância” de uma tabela.

Neto (2011) afirma ainda que comumente tabelas possuem chaves, uma ou mais colunas que servem para identificar unicamente uma linha da tabela. Já no quesito desempenho, são utilizados índices para melhorar o tempo de acesso aos dados de uma tabela. O índice permite uma forma rápida de busca de dados em uma ou mais colunas de uma tabela, em uma rápida analogia, funciona da mesma forma que o índice de um livro onde é possível encontrar uma informação específica rapidamente.

¹ GET é um dos verbos, métodos, do *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP), Protocolo de Transferência de Hipertexto que indica qual a ação desejada com o recurso identificado.

Praciano (2013) resume a definição de banco de dados como uma aplicação que permite armazenar e ler dados com eficiência. Tratando-se de banco de dados relacionais, o que o torna relacional é a forma como os dados são armazenados. Todos os dados são armazenados em tabelas e estas possuem uma estrutura que se repete a cada linha. São os relacionamentos que acontecem entre as tabelas que de fato caracterizam o conceito relacional.

Sobre a base de sons utilizada neste trabalho a fim de montar o mapa de sons, foram utilizados os sons de <https://www.bensound.com/> e está sob licença *Creative Commons* nas condições de apresentação, utilização em *software* e utilização em aplicação sem fins lucrativos e com os devidos créditos. A licença completa pode ser lida em <https://www.bensound.com/royalty-free-music>.

Alguns percalços enfrentados durante as etapas de implementação do banco de dados fugiram dos objetivos deste trabalho e foram devidamente documentados na subseção 6.2, limitações.

5.3 USABILIDADE

Nesta seção é descrito em forma de narrativa uma situação hipotética a fim de operacionalizar o processo de forma que reflita os pré-requisitos e a forma com que as aplicações foram projetadas para serem utilizadas. O cenário inicia com a composição dos personagens. Roberto é o responsável por uma loja de varejo têxtil que apesar de estar em crescimento, busca se destacar no mercado através da inovação. Cleber é um jovem cliente que chega à loja de Roberto para comprar algumas roupas.

Alguns dias antes deste episódio, Roberto instalou a solução proposta neste trabalho em sua loja, que neste caso já possuía os itens etiquetados com etiquetas RFID. Desta forma, a primeira ação de Roberto foi posicionar o leitor RFID de forma que ficasse apontado para dentro da cabine de provas. Feito isto, posicionou também um sistema de som bluetooth dentro da cabine de provas. Em seu computador cadastrou os itens com seus respectivos códigos EPC e vinculou à uma categoria de sons baseado no estilo do item. Com esta estrutura montada, Roberto passa a ligar as caixas de som, iniciar a aplicação no celular, no computador e conectar o leitor RFID ao abrir a loja.

Cleber ao chegar na loja, escolhe algumas peças e as leva para o provador. Ao entrar no provador é surpreendido por um som agradável aos seus ouvidos e sente-se bem e confortável. A *playlist* de sons ambiente da cabine de prova havia sido montada com base nas peças de moda praia que ele escolheu, desta forma gerando uma experiência única sem ter sido interrompido por botões, interruptores ou qualquer tipo de indagações acerca de suas escolhas para que a experiência pudesse ter sido gerada. Desta forma atendendo à observação de que “o usuário não deve se distrair com a tecnologia, mas a utilizar inconscientemente na realização de suas tarefas” (PIZZETE, 2017, p. 30).

5.4 EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

Como apontado por Stuart (1996), a utilização dos recursos de tecnologia em hipermídia era restrito apenas ao formato visual. Pouco havia sido investido em áudio, um elemento que traz qualidade para o conteúdo, facilita a acessibilidade das informações e as torna mais atraentes. Além de um custo de produção, distribuição e uso baixo, o áudio se apresenta como uma ferramenta poderosa e até persuasiva, especialmente quando atua de forma integrada com as demais ferramentas de comunicação.

Dez anos após, segundo os estudos de Susini et al. (2006), não houveram avanços significativos em relação ao som. O autor aponta que o som e suas funcionalidades cognitivas continuaram a ser um território pouco explorado.

Pizzetti (2017) revela que com a crescente utilização dos smartphones e dispositivos portáteis, tem-se notado profundas modificações no espaço urbano, tais como a influência direta da tecnologia no cotidiano humano. É aliado a este cenário de integração do novo com o cotidiano que este trabalho visa se destacar.

Sobre a aplicação do som a fim de geração de experiências, Cleaver (2018) afirma que o som mais poderoso que existe é a música, que influencia diretamente o humor e induz as pessoas a agir de diferentes maneiras, de forma que o uso efetivo da música em ambientes de varejo pode levar ao aumento das vendas.

Ainda segundo Cleaver (2018), no cenário do varejo para o segmento do público jovem, tocando música pop alta pode-se criar uma possível sobrecarga sensorial e levar a uma tomada de decisão mais rápida e menos deliberada. Já em

uma loja com foco em uma clientela com uma faixa etária mais elevada, pode-se tocar músicas clássicas mais silenciosas.

Estas e muitas outras peculiaridades na segmentação de estilos musicais ou mesmo de sons, nos revelam a perfeita junção entre o as relações do nosso universo com os conceitos de um banco de dados relacional, neste trabalho utilizado para a criação do Mapa de Sons.

6 ANÁLISE DE RESULTADOS

No decorrer deste trabalho foram apresentadas as necessidades e recursos utilizados para alcançar os objetivos propostos, a utilização da tecnologia de RFID para a identificação de itens de vestuário e associação a um padrão de áudio de acordo com o mapa de sons de estilos pré-classificados como apoio a experiência disruptiva do usuário através das aplicações *mobile* e *web*.

Neste capítulo é descrito os resultados das aplicações como um todo, resultando em um sistema final. Com os resultados obtidos, é possível identificar a aplicabilidade da solução, porém também questões relacionadas a limitações e pontos de futuras melhorias. Neste trabalho foi criado um protótipo com a finalidade de gerar uma experiência disruptiva aos usuários da rede varejista têxtil a fim de mostrar sua viabilidade técnica. Por se tratar de um protótipo, o desenvolvimento das aplicações *mobile* e *web* visaram principalmente questões técnicas para operacionalizar a proposta, ficando em segundo plano questões de design visual.

Para a análise de cada etapa do processo proposto e de cada etapa das aplicações, foram feitos testes funcionais que foram adotados como base para validações da consistência dos códigos fontes.

6.1 TESTES FUNCIONAIS

Nesta subseção são apresentados os procedimentos adotados para avaliar a consistência dos dados e qualidade do código fonte desenvolvido, resultando no comportamento compatível com os requisitos. Um teste funcional nada mais é do que incluir dados fictícios, ou não, na aplicação e observar seu comportamento e retorno. Este processo é repetido até que o retorno da aplicação seja condizente com os requisitos.

Os primeiros testes foram feitos apenas na aplicação *web*, sem a utilização da aplicação *mobile* e sem considerar a rotina de leitura RFID. Uma vez que a aplicação *web* foi desenvolvida para permitir a integração com sistemas terceiros, tendo o comportamento semelhante à uma API, salvo as limitações a caráter de protótipo, foi possível realizar testes isolados.

Passando os parâmetros de ID da cabine de prova e do EPC via GET, foi possível testar o funcionamento das funções de conexão com o banco de dados,

busca dos dados da etiqueta baseada no código EPC, a verificação de existência de uma *playlist* já montada para o código de cabine de prova recebido, a verificação de etiqueta já vinculada à *playlist* em caso desta já existir, assim como as demais rotinas pertinentes a entrada dos dados de leitura de uma etiqueta na aplicação *web*.

Uma vez que os processos de entrada dos dados de provador e etiquetas estiveram ok, foi possível iniciar os testes com o *player*, onde basicamente foi simulado dois ambientes, um responsável pelo *player* em si e outro por simular a leitura dos códigos RFID. Para operacionalizar este teste, foram abertas duas guias de um navegador, uma responsável por deixar o player em tela e outra responsável por ficar fazendo requisições ao servidor enviando um código de provador e um código EPC. Após alguns ajustes, o *player* se comportou de forma condizente à esperada e foi possível validar o correto funcionamento da rotina.

Estando estas duas rotinas operacionalizadas, foi iniciado os testes com a aplicação *mobile*. Primeiramente foi implementado e testado a rotina de comunicação web para envio dos dados recebidos do leitor e posteriormente implementado a conexão com o leitor e tratamento dos dados. Durante a segunda etapa dos testes foi necessário voltar a aplicação *web* e realizar ajustes no tratamento do recebimento das informações, uma vez que dada as limitações dos protocolos de comunicação, limitações do servidor, e considerando que para operacionalizar a proposta deste trabalho foi preciso configurar o leitor para devolver à aplicação *mobile* todos os códigos EPC lidos, mesmo os que já haviam sido lidos, estava sobrecarregando a rede e causando instabilidades. Feitos os ajustes, a situação não voltou a ocorrer.

Com estas etapas testadas, foram validadas sem maiores complicações as rotinas de cadastro, edição e exclusão de itens através da rotina de gestão de usuários.

Estes testes foram executados ao longo do desenvolvimento das aplicações a fim de garantir o controle da consistência dos dados. Ao decorrer dos testes foram efetuadas modificações consideráveis dentro das regras de negócio das aplicações, em particular da aplicação web a fim de atender ao comportamento do leitor RFID juto à aplicação *mobile*. Inicialmente a solução foi pensada para capturar a entrada e saída das etiquetas com base na passagem pela porta da cabine de prova com o leitor RFID. Após aprofundamento nos estudos, conversas

com profissionais especialistas da área sobre o funcionamento da RFID e início dos testes práticos integrados entre as aplicações *web* e *mobile*, foi possível identificar que devido à faixa de abertura e potência dos leitores, a etiqueta continuava a ser lida mesmo dentro do provador após já ter passado pela entrada, causando assim distorções na leitura.

Conforme descrito no relato anterior sobre este caso, após a identificação da inconsistência a lógica foi alterada para monitorar a peça dentro do provador e passar a tratar a finalização das playlists com base na ausência de uma etiqueta que deu entrada em uma sessão de prova. Com a correta implementação da lógica de leitura e ajustes nos parâmetros, a aplicação comportou-se conforme o esperado.

6.2 LIMITAÇÕES

Em caráter de protótipo, as aplicações possuem algumas limitações, iniciando pelos leitores RFID compatíveis com a aplicação *mobile*. Esta trabalha apenas com o modelo Acura DOTR-900 e seu endereço de *Media Access Control* (MAC). A aplicação *web* trabalha apenas com a base de sons previamente cadastrada. Para o correto funcionamento das rotinas envolvendo manipulação no banco de dados, é preciso que este esteja com o *safemode* desabilitado. *Cross-Origin Resource Sharing* (CORS), é uma especificação que define o Compartilhamento de Recursos de Origem Cruzada, em outras palavras, define se um servidor *web* deve aceitar a requisição de uma outra origem, fato este que acontece quando a aplicação *mobile* envia os dados para a *web*. Por padrão, esta requisição é negada. Foi então adicionado à página PHP responsável por receber os dados, a instrução de que ela deve aceitar requisições de origem cruzada. Instabilidades na aplicação *web*, especificamente na rotina do *player* podem ser percebidas devido às mudanças no tratamento dos navegadores em relação aos recursos de *autoplay*.

7 CONCLUSÃO

As aplicações desenvolvidas tendo como base a utilização da tecnologia RFID se mostraram uma forma eficiente de constituir um sistema que agrega valor ao negócio e principalmente, que cumpre a proposta de apoiar uma experiência disruptiva para o usuário do setor varejista têxtil através da imersão sensorial, especialmente a auditiva, através de sons selecionados e reproduzidos através das escolhas indiretas através da seleção de peças a serem levadas para a cabine de provas.

Atualmente, na maioria das lojas de varejo têxtil não existem sistemas de áudio instalados, e quando existem, reproduzem uma música sincronizada em todo o ambiente. O sistema desenvolvido neste trabalho se mostra promissor como ferramenta de apoio a geração de experiência aos usuários de forma disruptiva ao levar em consideração a personalização da experiência de forma exclusiva e individual, onde as escolhas individuais refletem em uma experiência única dentro de cada cabine de prova.

Para atingir o sucesso quanto à aplicabilidade da solução proposta, durante o desenvolvimento do protótipo por vezes foi necessário retomar as pesquisas e realizar guinadas em relação a lógica de tratamento da identificação das etiquetas RFID, especialmente no que tange ao tratamento da múltipla identificação de uma mesma etiqueta por parte do leitor e posterior envio ao servidor web.

O desenvolvimento do protótipo com a utilização de RFID e a implementação do conceito de mapa de sons demonstraram ter grande potencial. Ao apresentar o protótipo para profissionais da área, foi consenso quanto a viabilidade e aplicabilidade da solução, especialmente dado o atual cenário em que é preciso se diferenciar para se manter no mercado. Fica evidente que investir em TI é ter bons retornos em um médio período de tempo, em especial em relação à tecnologia RFID.

8 TRABALHOS FUTUROS

Com base nas análises dos resultados e estudo das limitações do sistema desenvolvido, é preciso dar continuidade nos estudos, implementações e adotar um processo de melhoria continua dada a rápida modificação do cenário tecnológico.

Como trabalhos futuros, uma sugestão é a implementação do recurso de sugestões a partir de um monitor instalado na cabine. Este seria responsável por exibir dicas e produtos adicionais, não levados ao provador, que combinam com a peça. Dessa forma explorando ainda mais o recurso das relações entre os itens escolhidos pelo usuário e os dados para geração de experiências únicas.

A fim de tonar a aplicação web mais robusta, é recomendado também o desenvolvimento da API completa através da utilização do *framework Laravel*. É um *framework* com curva de aprendizado relativamente rápida, uma comunidade bastante ativa e que permite trabalhar dentro dos padrões mais recentes de desenvolvimento de forma estruturada e rápida, neste trabalho tratado sem *framework* e apenas de forma parcial para fins de avaliação de viabilidade.

Por fim, são recomendadas também revisões acerca das limitações a fim de identificar possíveis soluções e tratamentos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. Resolução (2017). Resolução nº 680, de 27 de junho de 2017. Aprova o Regulamento sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita e altera o Regulamento dos Serviços de Telecomunicações, o Regulamento de Gestão da Qualidade do Serviço de Comunicação Multimídia, o Regulamento do Serviço de Comunicação Multimídia e o Regulamento do Serviço Limitado Privado. **Regulamento Sobre Equipamentos de Radiocomunicação de Radiação Restrita**. Brasil, 29 jun. 2017. n. 2017. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/legislacao/resolucoes/2017/936-resolucao-680>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

ALBUQUERQUE, Flávia. **Indústria têxtil registra crescimento de 3,5% em 2017**. 2017. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-12/industria-textil-registra-crescimento-de-35-em-2017>>. Acesso em: 2 nov. 2018.

ALMEIDA, Julio César Silva de; OLIVEIRA, Wasley Peres. **Radiolocalização**. 2017. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Telecomunicações, Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/handle/1/5505>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

ALPERT, Judy I.; ALPERT, Mark I. **Contributions From a Musical Perspective on Advertising and Consumer Behavior**. 1991. Disponível em: <<http://acrwebsite.org/volumes/7166/volumes/v18/NA-18>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

AMARAL, Leonardo Albernaz. **Elevando a capacidade de integração de sistemas de Middleware RFID através do processamento de eventos complexos distribuídos entre diferentes organizações e negócio**. 2011. 96 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência da Computação, Faculdade de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10923/1622>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

AMAZON. **O que é banco de dados relacional?** 2018. Disponível em: <<https://aws.amazon.com/pt/relational-database/>>. Acesso em: 05 jul. 2018.

BIFFI, Kelvin Baumhardt. **Javascript: Básico ao Avançado**. [S.l.: s.n.], 2018. 127 p. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Javascript-Avançado-Kelvin-Baumhardt-Biffi-ebook/dp/B07F36KXNW>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

BOALIM, Tales. **Qual a diferença entre código de barras e RFID?**. 2015. Disponível em: <<https://rfidmoura.wordpress.com/2015/11/17/qual-a-diferenca-entre-codigo-de-barras-e-rfid/>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

BOURDON, Romain. **WampServer: Apache, PHP, MySQL on Windows**. 2018. Disponível em: <<http://www.wampserver.com>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

COMER, Douglas E. **Redes de Computadores e Internet**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2016. 584 p. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Redes-Computadores-Internet-Douglas-Comer-ebook/dp/B01F26WXDS>>. Acesso em: 10 nov. 2018.

CLEAVER, Emily. **Como usar o som para aumentar as vendas**. 2018. Disponível em: <<http://finesound.com.br/como-usar-o-som-para-aumentar-as-vendas/>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

CONGRESSO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO NA REGIÃO SUL, XVII, 2016, Curitiba - PR. **Aspectos Afetivos Induzidos pela Música na Propaganda...** Curitiba - PR: [s.n.], 2016. 15 p. Disponível em: <<http://www.portalintercom.org.br/anais/sul2016/resumos/R50-1009-1.pdf>>. Acesso em: 04 dez. 2018.

DESCALZO, Daniel; SILVA, Flávia Andressa Jacinto da; CLEMENTE, Graziela Candici. **RFID: Análise da viabilidade, vantagens e desvantagens da tecnologia e desenvolvimento de um sistema para demonstração e testes**. 2011. 92 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Eletrônica, Departamento Acadêmico de Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2011. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/882/1/CT_COTEL_2011_1_01.pdf>. Acesso em: 23 maio 2018.

ELIS, Diego. **O básico: O que é HTML?**: Entenda o HTML básico, saiba o que significa tags do HTML e entenda como fazer.. 2011. Disponível em: <<https://tableless.com.br/o-que-html-basico/>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

FERREIRA, Silvio. **Guia Prático de HTML5**. 1. ed. São Paulo: Universo dos Livros, 2013. 136 p. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Guia-Pr%C3%A1tico-HTML5-Silvio-Ferreira-ebook/dp/B00DJ6QF5Q>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

GOMES, Hugo Miguel Cravo. **Construção de um sistema de RFID com fins de localização especiais**. 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Electrónica, Departamento de Engenharia Electrónica, Telecomunicações e Informática, Universidade de Aveiro, Aveiro PT, 2007. Disponível em: <http://www.av.it.pt/nbcarvalho/docs/msc_hcg.pdf>. Acesso em: 27 maio 2018.

GOMIDE, Raphael Ribeiro. **10 motivos para desenvolver apps com Ionic**: Tecnologias híbridas como o Ionic podem ser úteis para o desenvolvimento do seu próximo app. 2018. Disponível em: <<http://igti.com.br/blog/10-motivos-desenvolver-apps-com-ionic/>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

GS1 Brasil. 2018. Disponível em: <<https://www.gs1br.org/>>. Acesso em: 10 jun. 2018.

HESSEL, Fabiano (Org.) et al. **Implementando RFID na cadeia de negócios: Tecnologia a serviço da excelência**. 2. ed. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2011. 323 p. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Implementando-RFID-Cadeia-Neg%C3%B3cios-Tecnologia-ebook/dp/B009JF1XXA>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

JONES, P. et al. **The benefits, challenges and impacts of radio frequency identification (RFID) for retailers in the UK**. *Marketing Intelligence and Planning*, v. 23, n. 4, p. 395-402, 2005.

JUNIOR, Roberto Carlos Fernandes. **Software - Um projeto com RFID: Sistema de gerenciamento e controle patrimonial**. 2016. 44 f. Monografia (Bacharel em Ciência da Computação) - Faculdade de Americana, Americana, SP, 2016. Disponível em: <<http://aplicacao.vestibularfam.com.br:881/pergamumweb/vinculos/000001/000001e4.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

JUSLIN, Patrik N.; LAUKKA, Petri. **Expression, Perception, and Induction of Musical Emotions: A Review and a Questionnaire Study of Everyday Listening**. 2010. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0929821042000317813>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

LEONI, Eduardo. **Olá Mundo: PHP para Iniciantes**. 3. ed. [S.l.]: Eduardo Leoni, 2015. 68 p. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Olá-Mundo-PHP-para-Iniciantes-ebook/dp/B00WOUTIHU/>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

LIMA, Leonardo. **Da IIª Guerra Mundial ao Supermercado Inteligente: A história do RFID no mundo**. 2014. Disponível em: <<http://www.cabtecgti.com.br/blog/rfid/2014/06/da-ii-guerra-mundial-ao-supermercado-inteligente-historia-rfid-mundo/>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

LINDSTROM, Martin. **BrandSense: Revisada e atualizada**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012. 169 p. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/dp/B07F89TN5S/>>. Acesso em: 05 dez. 2018.

MARCELO, Antonio. **Apache: Configurando o servidor WEB para linux**. 3. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2005. 112 p. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=Oc6dIvP9xKAC>>. Acesso em: 11 nov. 2018.

MARQUES, Carlos Alberto et al. **A tecnologia de identificadores de rádio frequência (RFID) na logística interna industrial: pesquisa exploratória numa empresa de usinados para o setor aeroespacial**. Itajubá, 2008. 14 p.

MEIRELLES, Fernando S.. Uma bússola para os investimentos. **GV-executivo**, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 36-41, mai. 2017. ISSN 1806-8979. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/view/68674>>. Acesso em: 03 Nov. 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.12660/gvexec.v16n2.2017.68674>.

MEYER, Nayara Regina Marques et al. **RFID e varejo de vestuário**: Um estudo de caso. In: XXI SIMPÓSIO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 11., 2014, Bauru, Sp. Conference Paper. Bauru, Sp: Researchgate, 2014. p. 1 - 15. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272169037_RFID_E_VAREJO_DE_VE STUARIO_UM_ESTUDO_DE_CASO>. Acesso em: 23 mai. 2018.

MGITECH. **Fundamentos da RFID**: Entendendo e usando a identificação por radiofrequência. Mogi das Cruzes, SP. 2015. 12 slides, color, 28 cm x 20 cm. Disponível em: <https://cdn2.hubspot.net/hubfs/114501/Honeywell_MGITECH_-_Conteudo_05.pdf>. Acesso em: 24 mai. 2018.

NARCISO, Marcelo Gonçalves. **Aplicação da tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID) para controle de bens patrimoniais pela web**. Global Science and Technology. Rio Verde, p. 50-59. dez. 2008. Disponível em: <<https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/11>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

NETO, Arilo Cláudio Dias. **Bancos de Dados Relacionais**. 2011. Disponível em: <<https://www.devmedia.com.br/bancos-de-dados-relacionais/20401>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

O STATUS da identificação por rádio frequência (RFID): Surge o novo padrão de RFID EPC Gen2. Surge o novo padrão de RFID EPC Gen2. 2016. Disponível em: <<http://www.ni.com/white-paper/13220/pt/>>. Acesso em: 24 jun. 2018.

OLIVEIRA, Alessandro de Souza; PEREIRA, Milene Franco. **Estudo da tecnologia de identificação por radiofrequência - RFID**. 2006. 94 f. Monografia (Especialização) - Curso de Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://bdm.unb.br/handle/10483/829>>. Acesso em: 26 maio 2018.

PIZZETTI, Monique Casagrande. **Uma Abordagem Estratégica de Integração da Tecnologia RFID**. 2017. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação.

PRACIANO, Elias. **O que é um banco de dados relacional?** 2013. Disponível em: <<https://elias.praciano.com/2013/09/o-que-e-um-banco-de-dados-relacional/>>. Acesso em: 07 jul. 2018.

PRATER, E. et al. **Future impacts of RFID on e-supply chains in grocery retailing**. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 10, n. 2, p. 134-142, 2005.

ROSA, Stefan Plahtyn da. **RFID aplicado no Supply Chain Management**. 2012. 33 f. Trabalho de conclusão de curso (MBA em Gerência em Sistemas logísticos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/51188/R%20-%20E%20-%20STEFAN%20PLAHTYN%20DA%20ROSA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

SENNA, Caio César Lima de; SOARES, Pedro Igor Estrela. **Estudo de aplicações RFID na plataforma de IoT**. 2017. 78 f. TCC (Graduação) - Curso de Graduação em Engenharia de Telecomunicações, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017.

SILVA, Marcos Alexandre Gallaro da et al. **Identificação por radiofrequência (RFID) anilha RFID**. 2016. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, SP, 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/3709623-Universidade-anhembi-morumbi-identificacao-por-radio-frequencia-rfid-anilha-rfid.html>>. Acesso em: 26 maio 2018.

SNEGE, David. **PHP: Introdução para iniciantes**. 1. ed. [S.l.]: David Snege, 2018. 114 p. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Introdução-ao-PHP-David-Snege-ebook/dp/B07B9FXGZN>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

SOUZA, José Alex de. **RFID – Identificação por rádio frequência estudo de caso da chiptiming**. 2009. 97 f. TCC (Graduação) - Curso de Informática Para Gestão de Negócios, Faculdade de Tecnologia de Praia Grande, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, Praia Grande, Sp, 2009. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAA_i0AC/rfid-2013-identificacao-por-radio-frequencia-estudo-caso-dachiptiming>. Acesso em: 27 maio 2018.

STUART, R. **Design of Virtual Environments**. New York; US, 1996.

SUSINI, P. et al. **Closing the Loop of Sound Evaluation and Design. 2nd ISCA/DEGA Tutorial & Research Workshop on Perceptual Quality of Systems**. Berlin; Deutschland, set. 2006.

TEIXEIRA, Tiago. **Controle de Fluxo de Pessoas Usando RFID**. 2011. 73 f. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Sistemas de Telecomunicações) - Instituto Federal de Santa Catarina, São José, SC, 2011. Disponível em: <https://wiki.sj.ifsc.edu.br/wiki/images/f/fa/TCC_TiagoTeixeira.pdf>. Acesso em: 08 nov. 2018.

VENTAVOLI, Fabíola. **Banco de Dados MySQL: Guia Prático**. 2. ed. [S.l.]: Fabíola Ventavoli, 2014. 52 p. Disponível em: <<https://www.amazon.com.br/Banco-Dados-MySQL-Guia-Prático-ebook/dp/B00PIXYQ8Q/>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

WHAT are smart labels?: A basic guide to responsive label technologies. 2004. Tradução nossa. Disponível em: <https://www.idtechex.com/research/articles/what_are_smart_labels_00000030.asp>. Acesso em: 27 maio 2018.

APÊNDICE

Utilização da Tecnologia de RFID como Base para a Geração de Experiência Disruptiva no Setor Varejista Têxtil

Luã Lazzarin Carneiro de Araujo ¹, Gustavo Bisognin ¹

¹ Faculdade de Ciência da Computação
Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) – Criciúma, SC – Brazil

{luanlazzarin,gustavo}@unesc.net

Abstract. *RFID technology is increasingly embedded in solutions projects in many different areas. The textile sector is experiencing a period of strong recovery after a troubled period. Consumers are quite demanding. It is a fact that investment in IT brings good results. A prototype that seeks to generate a disruptive experience for textile retail users based on the use of RFID technology makes it possible to associate clothing items with an audio pattern by mapping sounds from pre-sorted styles, thus allowing an experiment environment without the user realizing or being interrupted by the technology.*

Resumo. *A tecnologia de RFID está cada vez mais inserida em projetos de soluções nas mais diversas áreas. O setor têxtil vive uma época de forte recuperação após um período conturbado. Os consumidores estão com o nível de exigência bastante elevado. É fato que o investimento em TI, traz bons resultados. Um protótipo que busca gerar uma experiência disruptiva aos usuários do setor varejista têxtil tomando como base a utilização da tecnologia RFID torna possível a associação de itens de vestuário à um padrão de áudio através do mapa de sons de estilos pré-classificados, assim permitindo uma experiência personalizada de ambientação sem que o usuário perceba ou seja interrompido pela tecnologia.*

1. Introdução

Após um período conturbado na economia brasileira, o mercado da moda se mostra em forte recuperação. De acordo com Albuquerque (2017), segundo informações da Associação Brasileira da Indústria Têxtil (Abit), o setor de varejo de vestuário encerra o ano de 2017 com 6,71 bilhões de peças comercializadas, 6,5% a mais do que no ano anterior. De acordo com Meirelles (2017), a Pesquisa Anual do Uso de TI realizada pela Fundação Getúlio Vargas (FGV-Eaesp), revela que as indústrias com ações na bolsa que mais investiram em TI na última década obtiveram um aumento de lucro de 7% para cada 1% a mais de investimento em TI, em apenas dois anos de aplicação.

É destacado por Meyer et al. (2014) que o varejo é o último elo da cadeia de suprimentos, especialmente do setor têxtil. Está diretamente ligado aos consumidores que por sua vez estão cada vez mais exigentes. Investir em produtos diferenciados já não é o bastante. Atrair e fidelizar passa a ser responsabilidade de serviços diferenciados que proporcionem experiências compras memoráveis.

É dentro do contexto em que o patamar de exigências está elevado e com forte concorrência, que empresas precisam se tornar mais competitivas para se manter no mercado. Para isto, estas empresas que querem, ou que precisam fazer diferente, estão cada vez mais investindo em tecnologia. Meyer et al. (2014) destaca que no contexto do setor de varejo têxtil a nível mundial, o Brasil é considerado um dos países com maior consumo.

Partindo da hipótese que assimilando sons característicos a um estilo musical baseado nas escolhas de estilos do vestuário foi possível concretizar-se, de forma estratégica, um protótipo para materializar esta ideia através da tecnologia RFID.

Para o desenvolvimento do protótipo, foi avaliada práticas e ferramentas, consultado profissionais especialistas na área, definido funcionalidades do sistema, definido a modelagem e efetuado testes. Para a concepção das aplicações que amparam o funcionamento do sistema, foram examinadas bibliografias sobre o mercado de varejo têxtil a fim de entender melhor o comportamento do setor, analisando pontos de melhoria e os pontos que já estão sendo favoráveis. Os componentes da arquitetura física de um sistema RFID foram avaliados a fim de definir as ferramentas e estrutura necessária para o desenvolvimento do trabalho. Para a definição da base de sons, foi levado em consideração o licenciamento de mídia, arquitetura de banco de dados e tecnologias que viabilizam sua utilização.

A relevância deste trabalho contribui para estudos e mudanças de estratégias na rede varejista têxtil, assim como na aplicabilidade de tecnologias como a de RFID para a geração de experiências disruptivas aos usuários.

2. RFID

Para Almeida e Oliveira (2017), apesar de já existir há anos (década de 1940), a RFID ganha cada vez mais força com sua vasta variedade de aplicações. Neste contexto, o presente trabalho propõe a utilização da tecnologia de RFID como apoio à experiência única do usuário no que se refere a aquisição de itens de vestuário no varejo. Uma vez que cada item esteja associado a um som característico baseado no estilo do item e utilizando a tecnologia RFID para identificar quais itens foram levados à cabine de prova, é possível criar uma experiência única para o usuário ao reproduzir sons de acordo com as preferências de estilo exclusivamente do usuário em questão, assim potencializando as vendas sem que seja necessário indagar o usuário acerca de suas preferências e gostos.

Em um comparativo sobre as vantagens e benefícios do uso de tecnologia comparado aos sistemas de identificações tradicionais, como por exemplo o sistema de código de barras, Silva (2016) ressalta a não necessidade de um exato posicionamento para leitura dos dados, a grande capacidade de armazenamento de informações na sua memória, além do fato de todo o sistema de leitura e controle dos dados serem eletrônicos, evitando assim um possível erro humano de visualização.

No varejo, segundo Prater et al. (2005), a utilização de RFID pode mudar consideravelmente os métodos de operação de suas cadeias de suprimentos. A implantação de soluções de RFID pode atingir benefícios de âmbito estratégico, tático ou operacional às empresas. Jones et al. (2005) acredita que a receptividade da tecnologia de RFID pode contribuir para aumentar a movimentação no setor de varejo, além de poder causar impacto nas operações de loja e na experiência de compra por parte dos consumidores.

3. Protótipo

Apresentando como finalidade o apoio a experiência de usuários de uma rede de varejo têxtil, o protótipo busca demonstrar a utilização da tecnologia de RFID para a identificação de itens de vestuário e associação a um padrão de áudio de acordo com o mapa de sons de estilos pré-classificados. A figura 1 ilustra este cenário.

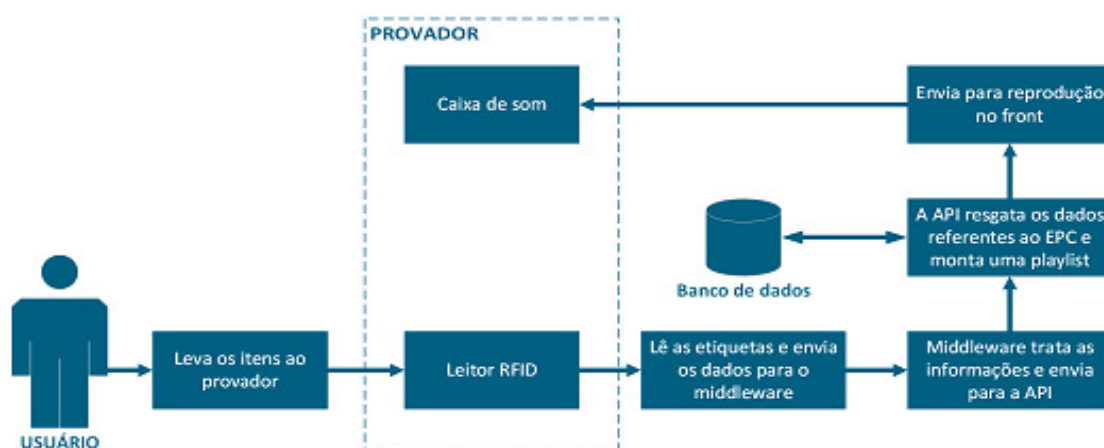


Figura 1. Macroprocessos e ações do protótipo.

3.1. Extração dos requisitos

Com o patamar de exigências elevado, a solução descrita neste trabalho utiliza a RFID para gerar experiência e diferenciais estratégicos no setor de varejo. Neste sentido, Pizzetti (2017), afirma que considerando o uso da tecnologia para aumentar a visibilidade dos produtos e automatizar tarefas manuais, os varejistas podem melhorar a experiência de compra e aumentar as vendas em até 19%.

A solução é composta por uma aplicação mobile responsável por desempenhar a função de middleware e por fazer a ponte entre o leitor RFID e a aplicação web. A aplicação web desempenha o papel da Application Programming Interface (API), uma Interface de Programação de Aplicações que permite a integração com outros sistemas e faz as devidas conexões ao banco, retornando uma playlist para o reproduutor de mídia.

A nível de hardware necessário, foram utilizados para desenvolvimento das soluções um notebook com processador Intel Core i7-5500, 8GB de RAM e sistema operacional Windows 10 Home. Um celular Motorola Moto G (3ª Geração) com o Android na versão 6.0 faz o suporte à aplicação mobile e à conexão com o leitor RFID Acura DOTR-900.

3.2. Implementação e codificação

A fim de facilitar o entendimento, o desenvolvimento do protótipo pode ser dividido em dois momentos principais, aqui tratados como Aplicação mobile e Aplicação web. Como requisito, a aplicação mobile, representada na figura 2, será responsável por desempenhar o papel de middleware, conectando o leitor RFID através da conexão bluetooth, recebendo os dados de identificação da etiqueta, montando o código EPC e transmitindo para a aplicação web.

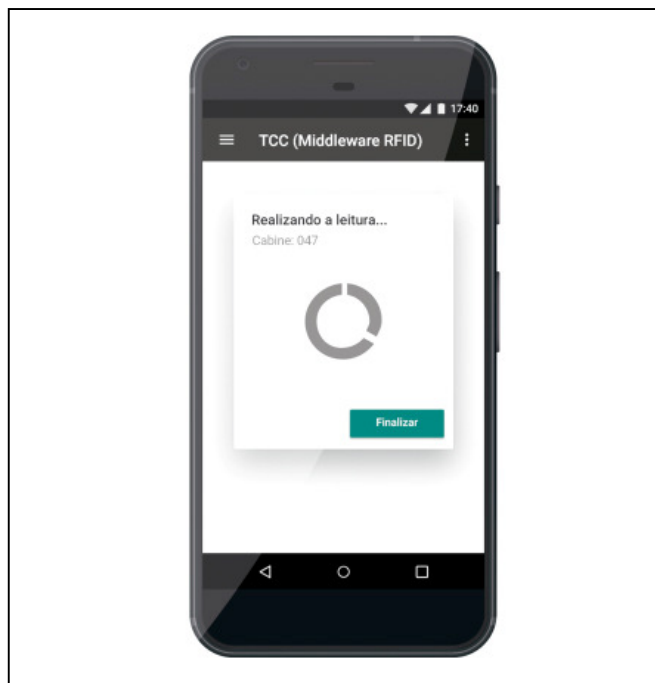


Figura 2. Representação da aplicação mobile

Quanto a aplicação web representada na figura 3, esta recebe os códigos EPCs encaminhados pela aplicação mobile e faz a conexão com o banco de dados verificando se código EPC está cadastrado no sistema.

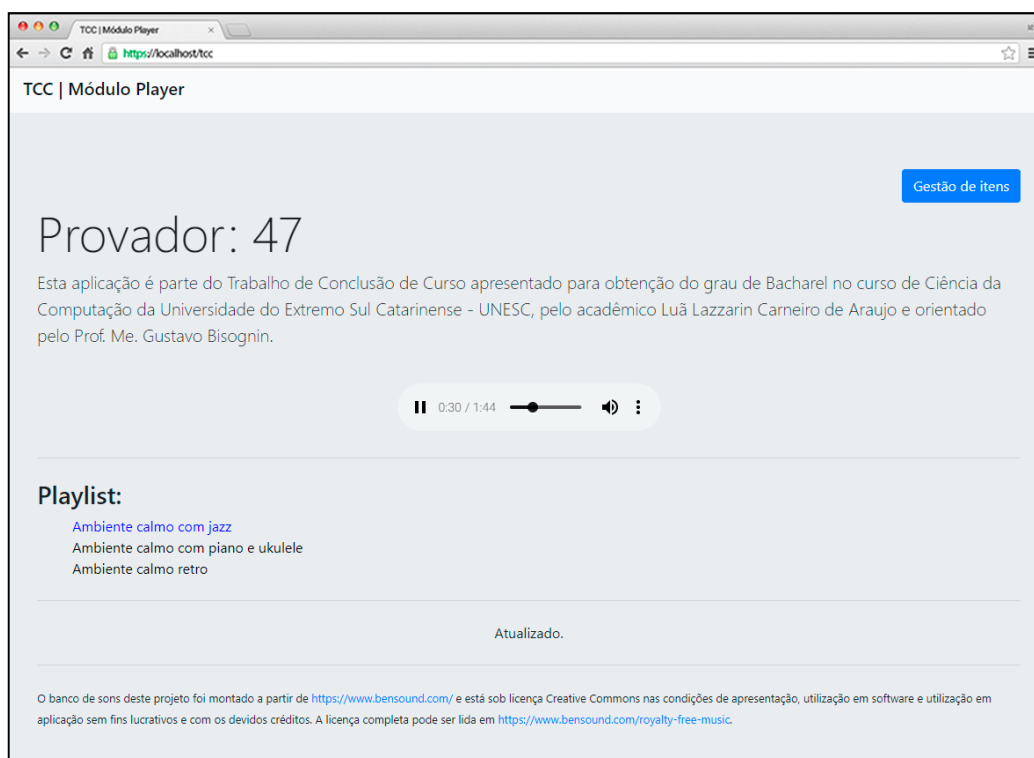


Figura 3. Representação da aplicação web.

Validado que o código EPC está cadastrado na base, é então verificado se já existe uma playlist criada para o provador que originou a requisição. Caso exista, verifica se o código EPC que está entrando já tem seu registro referenciado na playlist. Caso tenha, é então atualizado o campo de data e hora de edição para o horário atual. Em caso de o código EPC ainda não estar

referenciado na playlist, é então feito a busca do seu estilo, a busca dos sons associados à este estilo e então inseridos na playlist. Em caso de inexistência da playlist para o provador de origem, é então criado uma playlist. Os demais passos seguem da mesma forma.

Uma vez que as peças deixam o provador, o leitor RFID deixa de ler as etiquetas. Desta forma o retorno do middleware não mais conterá a identificação EPC das peças antes presentes. Por sua vez, a aplicação web agora em sua rotina de reprodução, verificará que o código EPC das peças não mais presentes não tiveram seu registro atualizado na base. Como sequência da rotina, remove da playlist os sons que não tiveram sua checagem de presença atualizada há menos de cinco segundos. Em seguida dispara as verificações para saber se há outras peças ainda presentes e se o estilo do som que está reproduzindo é o mesmo da peça que por ventura tenha saído do provador. Caso os estilos coincidam, o som continua sendo reproduzido e é removido após terminar. Caso não, simplesmente remove os registros equivalentes da playlist.

3.3. Aplicação mobile

Para desenvolvimento da solução mobile, foi utilizado o Integrated Development Environment (IDE), Ambiente de Desenvolvimento Integrado, Microsoft Visual Studio Code e como linguagem de programação foi adotado o TypeScript junto ao framework Ionic.

A aplicação mobile é composta por quatro frentes de trabalho, a conexão bluetooth com o leitor RFID, o recebimento dos dados do leitor RFID, o envio dos dados para web e o módulo de teste. Seu início se dá já com a tentativa de conexão bluetooth com o leitor, que tem sua identificação definida em código fonte. Em caso de falha na conexão, a aplicação ficará tentando conexão com intervalo de dez segundos entre uma tentativa e outra.

Ao conectar ao leitor, esta já inicia a leitura das etiquetas RFID e vai montando os códigos EPC de cada etiqueta. Em função do fluxo de leitura do leitor RFID ser muito alto, a aplicação acumula os códigos EPC lidos e faz o envio em lote para a aplicação web a cada cinco segundos.

Quanto ao módulo de testes, este foi desenvolvido a partir da identificação da necessidade de testes acerca da forma de comunicação entre a aplicação mobile e web. Este módulo permitiu testar, corrigir e validar a comunicação

3.4. Aplicação web

Para desenvolvimento da solução web, foi utilizado o editor de textos Brackets. As linguagens de programação foram PHP e JavaScript, a linguagem de marcação foi o HTML junto com a linguagem de folha de estilos CSS. Foram utilizadas também as bibliotecas Bootstrap e jQuery a fim de deixar o layout um pouco mais amigável e prover recursos para o reprodutor de áudio.

O banco de dados escolhido foi o MySQL implementado através da ferramenta MySQL Workbench com a linguagem de consulta estruturada SQL.

A aplicação web é composta por três frentes de trabalho. O player é responsável por reproduzir os sons vinculados a determinada playlist e é a porta de entrada para a aplicação no ambiente web. O que é tratado neste trabalho como core, desempenha a função de API permitindo que o sistema receba as informações da aplicação mobile, de sistemas terceiros ou do player propriamente dito e a Gestão de itens, que permite a criação, edição ou exclusão dos itens cadastrados no sistema.

Para o desenvolvimento do player foi utilizado HTML5 a fim de permitir a manipulação do player de forma nativa através de JavaScript. A fim de melhorar o design da aplicação, foi utilizada a biblioteca Bootstrap.

A utilização do player consiste em carregar a página inicial do sistema, que se encarrega de verificar constantemente a atualização da playlist para o provador configurado, tratado e travado em caráter de protótipo ao ID 47. São regras de negócio desta rotina a busca constante dos dados da playlist, impedir que um som em reprodução seja excluído (salvo se não houverem outros sons na playlist), permitir a atualização da playlist sem interferir no som que está reproduzindo e permitir parar a reprodução ao identificar que não existe mais uma playlist para este provador, caracterizado pelo fato de todas as peças terem saído do provador, consequentemente implicando na ausência do envio dos códigos EPC equivalentes, que por sua vez não atualizou as informações da playlist, causando a remoção dos sons da playlist e na sequência da própria playlist.

Quanto a utilização do core do sistema, pode ser feita de três formas. Via requisição do player, nesta forma atualizando a playlist e removendo os sons vinculados à itens que não tiveram seus registros atualizados há menos de cinco segundos e na sequência devolvendo uma lista de sons referentes aos itens que estão sob leitura dentro do provador. Via requisição da aplicação mobile, nesta forma recebendo o ID do provador e uma listagem de códigos EPC lidos dentro do intervalo de cinco segundos, disparando então a rotina de atualização dos códigos já lidos, ou da inserção na playlist dos sons que ainda não haviam sido registrados para este provador. Por último, há a opção ainda da requisição via integração, onde o core permite que sejam enviados os parâmetros de identity (ID), identidade da cabine de prova e do EPC via GET.

Sobre a gestão dos itens, esta permite fazer o controle de cadastro, edição e exclusão dos itens e seus respectivos códigos EPC, assim como do estilo vinculado e descrição do item. Em caráter de protótipo, algumas validações de consistência não estão aplicadas aqui.

3.5. Usabilidade

Nesta seção é descrito em forma de narrativa uma situação hipotética a fim de operacionalizar o processo de forma que reflita os pré-requisitos e a forma com que as aplicações foram projetadas para serem utilizadas. O cenário inicia com a composição dos personagens. Roberto é o responsável por uma loja de varejo têxtil que apesar de estar em crescimento, busca se destacar no mercado através da inovação. Cleber é um jovem cliente que chega à loja de Roberto para comprar algumas roupas.

Alguns dias antes deste episódio, Roberto instalou a solução proposta neste trabalho em sua loja, que neste caso já possuía os itens etiquetados com etiquetas RFID. Desta forma, a primeira ação de Roberto foi posicionar o leitor RFID de forma que ficasse apontado para dentro da cabine de provas. Feito isto, posicionou também um sistema de som bluetooth dentro da cabine de provas. Em seu computador cadastrou os itens com seus respectivos códigos EPC e vinculou à uma categoria de sons baseado no estilo do item. Com esta estrutura montada, Roberto passa a ligar as caixas de som, iniciar a aplicação no celular, no computador e conectar o leitor RFID ao abrir a loja.

Cleber ao chegar na loja, escolhe algumas peças e as leva para o provador. Ao entrar no provador é surpreendido por um som agradável aos seus ouvidos e sente-se bem e confortável. A playlist de sons ambiente da cabine de prova havia sido montada com base nas peças de moda praia que ele escolheu, desta forma gerando uma experiência única sem ter sido interrompido por botões, interruptores ou qualquer tipo de indagações acerca de suas escolhas para que a experiência pudesse ter sido gerada. Desta forma atendendo à observação de que “o usuário não deve se distrair com a tecnologia, mas a utilizar inconscientemente na realização de suas tarefas” (PIZZETE, 2017, p. 30).

4. Análise de resultados

Com os resultados obtidos, é possível identificar a aplicabilidade da solução e também questões relacionadas a limitações e pontos de futuras melhorias. Neste trabalho foi criado um protótipo com a finalidade de gerar uma experiência disruptiva aos usuários da rede varejista têxtil a fim de mostrar sua viabilidade técnica. Por se tratar de um protótipo, o desenvolvimento das aplicações mobile e web visaram principalmente questões técnicas para operacionalizar a proposta, ficando em segundo plano questões de design visual.

Para a análise de cada etapa do processo proposto e de cada etapa das aplicações, foram feitos testes funcionais que foram adotados como base para validações da consistência dos códigos fontes.

4.1. Testes funcionais

Nesta subseção são apresentados os procedimentos adotados para avaliar a consistência dos dados e qualidade do código fonte desenvolvido, resultando no comportamento compatível com os requisitos. Um teste funcional nada mais é do que incluir dados fictícios, ou não, na aplicação e observar seu comportamento e retorno. Este processo é repetido até que o retorno da aplicação seja condizente com os requisitos.

Os primeiros testes foram feitos apenas na aplicação web, sem a utilização da aplicação mobile e sem considerar a rotina de leitura RFID. Uma vez que a aplicação web foi desenvolvida para permitir a integração com sistemas terceiros, tendo o comportamento semelhante à uma API, salvo as limitações a caráter de protótipo, foi possível realizar testes isolados.

Passando os parâmetros de ID da cabine de prova e do EPC via GET, foi possível testar o funcionamento das funções de conexão com o banco de dados, busca dos dados da etiqueta baseada no código EPC, a verificação de existência de uma playlist já montada para o código de cabine de prova recebido, a verificação de etiqueta já vinculada à playlist em caso desta já existir, assim como as demais rotinas pertinentes a entrada dos dados de leitura de uma etiqueta na aplicação web.

Uma vez que os processos de entrada dos dados de provador e etiquetas estiveram ok, foi possível iniciar os testes com o player, onde basicamente foi simulado dois ambientes, um responsável pelo player em si e outro por simular a leitura dos códigos RFID. Para operacionalizar este teste, foram abertas duas guias de um navegador, uma responsável por deixar o player em tela e outra responsável por ficar fazendo requisições ao servidor enviando um código de provador e um código EPC. Após alguns ajustes, o player se comportou de forma condizente à esperada e foi possível validar o correto funcionamento da rotina.

Estando estas duas rotinas operacionalizadas, foi iniciado os testes com a aplicação mobile. Primeiramente foi implementado e testado a rotina de comunicação web para envio dos dados recebidos do leitor e posteriormente implementado a conexão com o leitor e tratamento dos dados. Durante a segunda etapa dos testes foi necessário voltar a aplicação web e realizar ajustes no tratamento do recebimento das informações, uma vez que dada as limitações dos protocolos de comunicação, limitações do servidor, e considerando que para operacionalizar a proposta deste trabalho foi preciso configurar o leitor para devolver à aplicação mobile todos os códigos EPC lidos, mesmo os que já haviam sido lidos, estava sobrecarregando a rede e causando instabilidades. Feitos os ajustes, a situação não voltou a ocorrer.

Com estas etapas testadas, foram validadas sem maiores complicações as rotinas de cadastro, edição e exclusão de itens através da rotina de gestão de usuários.

Estes testes foram executados ao longo do desenvolvimento das aplicações a fim de garantir o controle da consistência dos dados. Ao decorrer dos testes foram efetuadas modificações consideráveis dentro das regras de negócio das aplicações, em particular da aplicação web a fim de atender ao comportamento do leitor RFID juto à aplicação mobile. Inicialmente a solução foi pensada para capturar a entrada e saída das etiquetas com base na passagem pela porta da cabine de prova com o leitor RFID. Após aprofundamento nos estudos, conversas com profissionais especialistas da área sobre o funcionamento da RFID e início dos testes práticos integrados entre as aplicações web e mobile, foi possível identificar que devido à faixa de abertura e potência dos leitores, a etiqueta continuava a ser lida mesmo dentro do provador após já ter passado pela entrada, causando assim distorções na leitura.

Após a identificação da inconsistência a lógica foi alterada para monitorar a peça dentro do provador e passar a tratar a finalização das playlists com base na ausência de uma etiqueta que deu entrada em uma sessão de prova. Com a correta implementação da lógica de leitura e ajustes nos parâmetros, a aplicação comportou-se conforme o esperado.

4.2. Limitações

Em caráter de protótipo, as aplicações possuem algumas limitações, iniciando pelos leitores RFID compatíveis com a aplicação mobile. Esta trabalha apenas com o modelo Acura DOTR-900 e seu endereço de Media Access Control (MAC). A aplicação web trabalha apenas com a base de sons previamente cadastrada. Para o correto funcionamento das rotinas envolvendo manipulação no banco de dados, é preciso que este esteja com o safemode desabilitado. Cross-Origin Resource Sharing (CORS), é uma especificação que define o Compartilhamento de Recursos de Origem Cruzada, em outras palavras, define se um servidor web deve aceitar a requisição de uma outra origem, fato este que acontece quando a aplicação mobile envia os dados para a web. Por padrão, esta requisição é negada. Foi então adicionado à página PHP responsável por receber os dados, a instrução de que ela deve aceitar requisições de origem cruzada. Instabilidades na aplicação web, especificamente na rotina do player podem ser percebidas devido às mudanças no tratamento dos navegadores em relação aos recursos de autoplay.

5. Conclusão

As aplicações desenvolvidas tendo como base a utilização da tecnologia RFID se mostraram uma forma eficiente de constituir um sistema que agrega valor ao negócio e principalmente, que cumpre a proposta de apoiar uma experiência disruptiva para o usuário do setor varejista têxtil através da imersão sensorial, especialmente a auditiva, através de sons selecionados e reproduzidos através das escolhas indiretas através da seleção de peças a serem levadas para a cabine de provas.

Atualmente, na maioria das lojas de varejo têxtil não existem sistemas de áudio instalados, e quando existem, reproduzem uma música sincronizada em todo o ambiente. O sistema desenvolvido neste trabalho se mostra promissor como ferramenta de apoio a geração de experiência aos usuários de forma disruptiva ao levar em consideração a personalização da experiência de forma exclusiva e individual, onde as escolhas individuais refletem em uma experiência única dentro de cada cabine de prova.

Para atingir o sucesso quanto à aplicabilidade da solução proposta, durante o desenvolvimento do protótipo por vezes foi necessário retomar as pesquisas e realizar guinadas em relação a lógica de tratamento da identificação das etiquetas RFID, especialmente no que tange ao tratamento da múltipla identificação de uma mesma etiqueta por parte do leitor e posterior envio ao servidor web.

O desenvolvimento do protótipo com a utilização de RFID e a implementação do conceito de mapa de sons demonstraram ter grande potencial. Ao apresentar o protótipo para profissionais da área, foi consenso quanto a viabilidade e aplicabilidade da solução, especialmente dado o atual cenário em que é preciso se diferenciar para se manter no mercado. Fica evidente que investir em TI é ter bons retornos em um médio período de tempo, em especial em relação à tecnologia RFID.

Referências

- Albuquerque, Flávia (2017). Indústria têxtil registra crescimento de 3,5% em 2017. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2017-12/industria-textil-registra-crescimento-de-35-em-2017>>. Acesso em: novembro, 2018.
- Almeida, Julio César Silva de; Oliveira, Wasley Peres (2017). Radiolocalização. 79 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Engenharia de Telecomunicações, Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. Disponível em: <<https://app.uff.br/riuff/handle/1/5505>>. Acesso em: maio, 2018.
- Jones, P. et al (2005). The benefits, challenges and impacts of radio frequency identification (RFID) for retailers in the UK. *Marketing Intelligence and Planning*, v. 23, n. 4, p. 395-402.
- Meirelles, Fernando S. (2017). Uma bússola para os investimentos. *GV-executivo*, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 36-41. ISSN 1806-8979. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/view/68674>>. Acesso em: novembro, 2018.
- Meyer, Nayara Regina Marques et al (2014). RFID e varejo de vestuário: Um estudo de caso. In: XXI SIMPÓSIO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 11., Bauru, Sp. Conference Paper. Bauru, Sp: Researchgate, 2014. p. 1 - 15. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/272169037_RFID_E_VAREJO_DE_VESTUARIO_UM_ESTUDO_DE_CASO>. Acesso em: maio, 2018.
- Pizzetti, Monique Casagrande (2017). Uma Abordagem Estratégica de Integração da Tecnologia RFID. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação.
- Prater, E. et al (2005). Future impacts of RFID on e-supply chains in grocery retailing. *Supply Chain Management: An International Journal*, v. 10, n. 2, p. 134-142.
- Silva, Marcos Alexandre Gallaro da et al (2016). Identificação por radiofrequência (RFID) anilha RFID. 71 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, SP, 2011. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/3709623-Universidade-anhembi-morumbi-identificacao-por-radio-frequencia-rfid-anilha-rfid.html>>. Acesso em: maio, 2018.